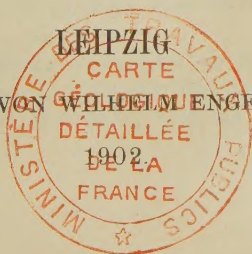


ZEITSCHRIFT
FÜR
KRYSTALLOGRAPHIE
UND
MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG
ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES
HERAUSGEGEBEN
VON
P. GROTH.

SECHSUNDREISSIGSTER BAND.
MIT 18 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 187 FIGUREN IM TEXT.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN



Inhaltsverzeichnis des sechsunddreissigsten Bandes:

Heft I. (Geschlossen am 22. August 1901.)

Seite

I. G. Wulff, Untersuchungen im Gebiete der optischen Eigenschaften isomorpher Krystalle. Hierzu Tafel I, V und 7 Textfiguren	1
II. Ders., über den Gang der Kristallbildung in der Theodolithmethode. Hierzu Tafel VI und VII und 1 Textfigur	29
III. Z. Weyberg, einige Beobachtungen über das Wachsthum der Kaliumaluminium-Alsiner-Krystalle. Mit 1 Textfigur	40
IV. A. F. Rogers, die Einwirkung von Chlorammonium auf Analcim und Leucit	62
A. F. Rogers, Sphaleritkrystalle von einem eigenthümlichen Habitus und mit einer neuen Form von Galena, Kansas	64
F. W. Clark und G. Steiger, Einwirkung von Chlorammonium auf Natrolith, Skolezit, Prehnit und Pektolith	65
A. F. Rogers, Mineralogische Notizen	66
W. F. Hillebrand und F. L. Ransome, über Carnotit und die ihn begleitenden Vanadiumminerale im westlichen Colorado	67
G. A. Derby, Notizen über Monazit	69
L. V. Pirsson und H. H. Robinson, über die Bestimmung von Mineralien in Dünnschliffen durch ihre maximale Doppelbrechung	70
J. H. Pratt, Vorkommen von Korund in Nord-Carolina	70
J. E. Spurr, Skapolithgesteine von Alaska	70
A. N. Winchell, mineralogische und petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine von Minnesota	70
E. C. E. Lord, Notizen über die Geologie und Petrographie der Monhegan-Insel, Maine	72
G. P. Merrill, Mineralanalysen	73
H. B. Patton, Thomssonit, Mesolith und Chabasit von Golden, Colorado	74
T. C. Hopkins, Cambro-silurische Limoniterze von Pennsylvanien	75
O. C. Farrington, I. Neue Mineralvorkommen. — II. Krystallformen des Calcits von Joplin, Missouri	76
W. F. Hillebrand, Analysen von Anorthit und Epidot	79
A. F. Rogers, Mineralien aus dem Joplin-Zink- und Bleidistrict	79
J. H. Pratt, Talk und Pyrophyllit in Nord-Carolina	81
F. D. Adams und J. T. Nicolson, eine experimentelle Untersuchung über die Deformation des Marmors	82
W. J. Sollas, über die innere Structur der Krystalle. 4. Mittheilung: Reguläre Krystalle mit oktaëdrischer Spaltbarkeit	82
J. A. Ewing und W. Rosenhain, über die krystalline Structur der Metalle	83

	Seite
22. <i>Dies.</i> , über die krystalline Structur der Metalle. II. Das Ausglühen	84
23. <i>C. T. Heycock</i> und <i>F. H. Neville</i> , Gold-Aluminiumlegirungen	85
24. <i>H. E. Armstrong</i> , Bericht des Ausschusses über isomorphe Benzol- derivate	85
25. <i>J. Joly</i> , über die Bildungsfolge der Silicate in Eruptivgesteinen . . .	87
26. <i>M. F. Heddle</i> , die Mineralien des Storr	87
27. <i>A. E. Nordenskiöld</i> , über die Entdeckung und das Vorkommen der seltene Erden enthaltenden Mineralien	87
28. <i>A. K. Coomára Swamy</i> , über Ceylons Gesteine und Graphit	87
29. <i>J. Smith</i> , Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit	88
30. <i>R. W. E. Mac Ivor</i> , Gediengen Tellur aus West-Australien	88
31. <i>F. Chapman</i> , die Bestandtheile des »Plateau-Gravel« von Ash bei Sevenoaks (Kent)	89
32. <i>J. Lomas</i> , die anorganischen Bestandtheile des »Crag« in Essex . .	89
33. <i>T. G. Bonney</i> , weitere Notizen über Blöcke u. s. w. von den New- lands Diamant-Gruben, Griqualand West	89
34. <i>W. J. Sollas</i> , die Reihenfolge der Erstarrung der Mineralien in Eruptivgesteinen	89
35. <i>W. Campbell</i> , über die in festen Metallen durch Druck hervorgerufene Umkristallisirung	90
36. <i>E. B. Stringer</i> , über ein verbessertes Polarisations-Ocular	90
37. <i>T. H. Holland</i> , Entstehung der Magnesitablagerungen des südlichen Indiens	90
38. <i>G. A. Goyder</i> , über den Sulvanit, ein neues Mineral	90
39. <i>F. R. Mallet</i> , Wasserfreie Sulfate vom Typus $2M''SO_4 \cdot R_2'SO_4$, speciell die des regulären Systems	90
40. <i>W. J. Pope</i> , Krystallform des Rechts- und Links-Isoamarin	92
41. <i>H. F. Collins</i> , eine neue Association von Gold	92
42. <i>W. Rickmers</i> , die goldführenden Conglomerate von Bokhara	92
43. <i>E. E. Lungwitz</i> , das Auslaugen von goldführenden Ablagerungen durch Pflanzen	92
44. <i>H. J. Lowe</i> , Natrolith von Coverack	93
45. <i>J. Smith</i> , die Barytgänge von Südwest-Schottland	93
46. <i>M. F. Heddle</i> , über die Struktur der Achate	93
47. <i>J. G. Goodchild</i> , über die Entstehung einiger schottischer Mineralien	93
48. <i>Ders.</i> , über einfachere Methoden in der Krystallographie, I. Th. „Stereogramme“	94
49. <i>J. S. Berge</i> , <i>J. H. Brownlee</i> und <i>R. C. Ringrose</i> , Verzeichniss der Mineralien des Walsh- und Tinaroo-Bergreviers in Nord-Queensland	94
50. <i>E. Cohen</i> , 1. die Meteoreisen von Griqualand East, Süd-Afrika. 2. das Meteoreisen von Bethany, Great Namaqualand, Süd-Afrika	95
51. <i>Ferguson</i> , über das Alter der goldführenden Quarzgänge und Gold- seifen von Victoria	95
52. <i>A. Prister</i> , Notizen über Entstehung und Bildung der Goldablagerungen des Witwatersrand	95
53. <i>A. Liversidge</i> , über die krystallinische Structur einiger Goldklumpen von Victoria, Neu-Seeland und Klondyke	95
54. <i>Ders.</i> , über die krystallinische Structur einiger Silber- und Kupfer- klumpen	96

Heft II. (Geschlossen am 8. Januar 1902.)

	Seite
V. <i>L. Brugatelli</i> , Beryll und andere Mineralien der Pegmatite von Sondalo im Veltlin	97
VI. <i>J. Beckenkamp</i> , über den Paramagnetismus einiger hexagonaler und regulärer Krystalle. Mit 3 Textfiguren	102
VII. <i>Ders.</i> , die vicinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. Mit 1 Textfigur	111
VIII. <i>H. Zirngiebl</i> , Beitrag zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Krystall und Molekül. Mit 16 Textfiguren	117
IX. <i>Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.</i>	
1. <i>L. Brugatelli</i> , über einen Fundort von Titanolvin im Val Malenco (Veltlin)	151
2. <i>H. Hilton</i> , über <i>Viola's</i> Methode der Ableitung der Krystallklassen aus dem Princip der Homogenität	151
3. <i>C. Viola</i> , Bemerkung zur vorhergehenden Notiz	153
4. <i>H. L. Wells</i> und <i>S. L. Penfield</i> , ein neues Vorkommen von Sperryolith	155
5. <i>H. Bücking</i> , Sulfoborit von der Asse	156
6. <i>W. Wahl</i> , über ein wasserhaltiges Baryumsilikat. Mit 2 Textfiguren	156
7. <i>C. Schmidt</i> , über einen zweiten Scheelitkrystall aus dem Maderanerthal in der Schweiz	160
X. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>A. Mc Aulay</i> , Notizen über die Lichttheorie. I. Geometrische Eigenschaften der Wellenflächen. II. Reflexion und Brechung an der Grenze von Krystallen, behandelt nach einem Theorem von Sir W. Roman Hamilton	162
2. <i>L. T. More</i> , über die Coincidenz gebrochener Lichtstrahlen in krystallisirten Medien	164
3. <i>E. Hussak</i> und <i>G. T. Prior</i> , über Florencit, ein neues wasserhaltiges Phosphat von Aluminium und Cererden aus Brasilien	165
4. <i>G. T. Prior</i> , Hamilit, Florencit, Plumbogummit (Hitchcockit), Beudantit und Svanbergit als Glieder einer natürlichen Mineralgruppe	166
5. <i>H. L. Bowman</i> , Mittheilungen aus dem Oxford Mineralogischen Laboratorium. 1. Ueber einen rhombischen Pyroxen aus Südafrika. 2. Ueber eine Methode, um die Veränderlichkeit der Wärmeleitung von Krystallen in verschiedenen Richtungen zu zeigen. 3. Ein Sapphirzwilling. 4. Ueber Monazit und begleitende Mineralien von Tintagel in Cornwall	168
6. <i>John W. Evans</i> , die Umwandlung von Pyrit durch unterirdisches Wasser	170
7. <i>G. S. Corstorphine</i> , Malmsbury-Schichten und ihre eruptiven Intrusionen	171
8. <i>A. W. Rogers</i> und <i>E. H. L. Schwarz</i> , Geologie des Oranjesthalles in den Distrikten Hope Town und Prieska	171
9. <i>J. Samojloff</i> , Carbonate aus den Bakalsk'schen Gruben im südlichen Ural	171
10. <i>Ders.</i> , über die Baryte aus einigen russischen Lagerstätten	172
11. <i>P. Jaworowsky</i> , über die Form des Goldes aus den Goldseifen von Seisk	174
12. <i>P. Zemjatschensky</i> , über die Genesis der Eisenerze am Ural	174
13. <i>A. Karpinsky</i> , über Mineralien aus dem Hissargebirge	174

	Seite
14. <i>N. Kurnakoff</i> , 1. Ueber die chemische Zusammensetzung einiger Salzseen in der Krim. 2. Ueber die Verhältnisse der Glaubersalzausscheidung im Karabugas	174
15. <i>J. Antipoff</i> , 1. Ueber ein dem Voglit ähnliches Uranmineral. 2. Ueber natürliches Zinkoxyd aus den Olkuschk'schen Gruben in Polen.	175
16. <i>P. Zemjatsenskij</i> , über Smaragde und Berylle aus den Smaragdgruben am Ural	176
17. <i>P. von Susschinsky</i> , mineralogische Beobachtungen in den Ilmenbergen und dem Bergwerksbezirk Kyschtim am Ural	177
18. <i>G. Tschernik</i> , über den Gadolinit vom Kaukasus	179
19. <i>P. von Susschinsky</i> , über die Krystallform des Trichlormethylmetoxyphenylcarbinoleessigäthers. Mit 1 Textfigur	179
20. <i>W. Vernadsky</i> , Thuringit und Stilpnomelan aus russischen Vorkommen	180
21. <i>W. Vernadsky</i> und <i>A. Schklarevsky</i> , über die sphärischen Graphitbildungen in den Graniten des Ilmengebirges	180
22. <i>B. Loury</i> , über die Krystallform des NaBrO_3 . Mit 2 Textfiguren.	180
23. <i>A. Skritsky</i> , über die Krystallform des citronensauren Natron	181
24. <i>W. Tarassenko</i> , Materialien zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Kalknatron-Plagioklase	182
25. <i>K. Glinka</i> , über einige Reactionen der Aluminiumhydrosilikate	188
26. <i>M. Weibull</i> , einige Kalkspathkrystalle von Gräsberg, Dalecarlien	190
27. <i>Ders.</i> , über Barylit und Cordierit.	190
28. <i>Hj. Sjögren</i> , über die Art des Vorkommens des Silbers in dem Erze von Sala	191
29. <i>Ders.</i> , die chemische Zusammensetzung des Silberamalgams von Sala	192
30. <i>A. Hamberg</i> , das Mineralvorkommen von Skrupetorp	192
31. <i>G. Bodman</i> , über Isomorphie zwischen Salzen von Wismuth und von einigen der seltenen Erdmetalle	192
32. <i>A. Hamberg</i> , über das sogenannte Krystallwasser sowie über den Wassergehalt der Zeolithmineralien.	193
33. <i>C. Söderström</i> , Krystallform einiger Praseodymverbindungen	194
34. <i>H. Reusch</i> , ein Vorkommen von Kaolin und feuerfestem Thon bei Dydland nahe dem Flekkefjord in Norwegen	194
35. <i>J. H. L. Vogt</i> , die Silbererzgänge von Svenningdalen	195
36. <i>Harald Hansteen</i> , ältere und neuere Beobachtungen über Silbervorkommen im Kongsberggebiete.	196
37. <i>M. Dittrich</i> , Analyse eines Jivaarit von Jivaara	196
38. <i>G. Flink</i> , mineralogische Notizen.	196
39. <i>P. Poni</i> , Studien über die Mineralien Rumäniens	198
40. <i>Valér Hulyák</i> , Anglesite von Laurium und Utah	201
41. <i>F. Kovář</i> , chemische Untersuchung einiger bulgarischer Mineralien	202
42. <i>F. Slavík</i> , Bemerkungen über den Quarzporphyr vom Kozákov-Berge	203
43. <i>H. L. Barviř</i> , über einige Cerussitkrystalle von Mies	203
44. <i>F. Kovář</i> , chemisch-mineralogische Mittheilungen	204
45. <i>W. Voigt</i> , über die Influenz ferromagnetischer Krystalle, besonders über die <i>P. Weiss</i> 'schen Beobachtungen am Magnetit	204
46. <i>Ders.</i> , Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse der Krystall-elasticität	206

47. <i>Ders.</i> , über die Parameter der Krystallphysik und über gerichtete Grössen höherer Ordnung	208
--	-----

Seite

Heft III. (Geschlossen am 7. Februar 1902.)

XI. <i>E. von Fedorow</i> , Theorie der Krystallstructur. II. Theil. Reticuläre Dichtigkeit und erfahrungsgemässe Bestimmung der Krystallstructur. Mit zwei Textfiguren	209
XII. <i>C. Viola</i> , Beitrag zur Zwillingsbildung. Hierzu Tafel VIII, Fig. 1 u. 2	234
XIII. <i>Ders.</i> , die Bestimmung der optischen Constanten eines Krystalles aus einem einzigen beliebigen Schnitte. Hierzu Tafel VIII, Fig. 3—6 . . .	245
XIV. <i>K. Zimányi</i> , mineralogische Mittheilungen. Hierzu Tafel IX	252
XV. <i>H. Rösler</i> , über Hussakit (Xenotim) und einige andere seltene gesteinsbildende Mineralien	258
XVI. <i>Fr. Slavik</i> , Beiträge zur Kenntniss der Ammoniumhalogenverbindungen. Mit 10 Textfiguren	268
XVII. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>E. Aschkinass</i> , über anomale Dispersion im ultrarothem Spectralgebiete	277
2. <i>O. Lehmann</i> , Structur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle und deren Mischbarkeit mit festen	278
<i>Ders.</i> , über flüssige Krystalle	278
3. <i>K. Bürker</i> , über ein Dreipulvergemisch zur Darstellung elektrischer Staubfiguren.	281
4. <i>F. Auerbach</i> , über die Elasticität und die Härte von krystallisirter, amorpher und wasserhaltiger Kieselsäure	282
5. <i>E. Riecke</i> , über Wechselwirkung und Gleichgewicht trigonaler Polysysteme, ein Beitrag zur Theorie der Krystallstructur	283
6. <i>R. Schenck</i> , die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die flüssigen Krystalle	284
7. <i>C. Fritsch</i> , eine neue Spaltvorrichtung an Spectralapparaten . . .	284
8. <i>Th. Tommasina</i> , über Metallkrystallisation, hervorgerufen durch die elektrische Ueberführung gewisser Metalle in destillirtem Wasser	284
9. <i>O. Mügge</i> , die Gleitungen der Krystalle	284
10. <i>W. B. v. Czudnochowski</i> , Färbung von Flussspath durch Kathodenstrahlen.	285
11. <i>Th. Liebisch</i> , über das Minimum der Ablenkung durch Prismen optisch zweiaxiger Krystalle	285
12. <i>F. Rinne</i> , über den Einfluss des Eisengehaltes auf die Modificationsänderung des Boracites	287
13. <i>Fr. Solger</i> , über die Benutzung der Lichtfiguren geätzter Krystallflächen zur krystallographischen Bestimmung der Aetzfiguren . .	288
14. <i>F. Rinne</i> , Bemerkung über die Polarisationswirkung von Linsenrändern	289
15. <i>E. G. A. ten Siethoff</i> , eine einfache Construction des sogenannten Interferenzkreuzes der zweiaxigen Krystalle	290
16. <i>W. Reinders</i> , über die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Quecksilberbromid und Quecksilberjodid.	290

	Seite
17. <i>D. J. Hissink</i> , über die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Natriumnitrat mit Kaliumnitrat und von Natriumnitrat mit Silbernitrat	292
18. <i>J. R. Rydberg</i> , die Härte der einfachen Körper.	293
19. <i>R. Schenck</i> , über eine Methode zur Ermittlung des Umwandlungspunktes monotrop-dimorpher Körper.	293
20. <i>H. W. Foote</i> , über die physikalisch-chemischen Beziehungen zwischen Aragonit und Calcit	294
21. <i>W. Stortenbeker</i> , über die Löslichkeit von hydratisirten Mischkrystallen.	296
22. <i>E. Beckmann</i> , über Spectrallampen	297
23. <i>J. H. van 't Hoff</i> , Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVIII—XX	298
24. <i>H. Vater</i> , einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrits	299
25. <i>J. E. Hibsch</i> , Erläuterungen zur geolog. Karte des böhmischen Mittelgebirges Blatt II (Rongstock-Bodenbach).	306
26. <i>O. Mügge</i> , über regelmässige Verwachsungen von Arsen und Arsenblüthe	306
27. <i>A. Pelikan</i> , der Augit aus dem krystallinischen Kalkstein von Mährisch-Altschadt-Goldenstein.	307
28. <i>J. Mrha</i> , Beiträge zur Kenntniss des Kelyphit	307
29. <i>G. Tschermak</i> , über das Mischungsgesetz der Turmaline.	311
30. <i>O. Mügge</i> , künstlicher Korund.	311
31. <i>F. Becke</i> , Whewellit von Brux	312
32. <i>A. Frenzel</i> , Argyrodit ist <i>Breithaupt's</i> Plusinglanz	312
33. <i>V. Neuwirth</i> , über ein neues Apophyllit- und Heulanditvorkommen im mährischen Gesenke	312
34. <i>A. Pelikan</i> , Pseudomorphose von Edelpal nach Gyps	312
35. <i>F. Berwerth</i> , grosser Diamantkrystall aus dem Capland	313
36. <i>R. Köchlin</i> , ein neuer Bornitfund u. a. Funde a. d. Mellitzgraben.	313
37. <i>Ders.</i> , über ein neues Vorkommen von farblosem Titanit	313
38. <i>J. M. Polak</i> , über Kalkspathkrystalle aus der Umgebung von Prag	314
39. <i>F. E. Wright</i> , der Alkalisyenit von Beverley, Massachusetts U. S. A.	314
40. <i>E. Weinschenk</i> , zur Kenntniss der Graphitlagerstätten. 2. Alpine Graphitlagerstätten (Anhang: die Talkschiefer und ihr Verhältniss zu den Graphitschiefern). 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon	316
<i>Ders.</i> , über einige Graphitlagerstätten. 2. Die Graphitlagerstätten der Steiermark. 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon	315
<i>Ders.</i> , das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark.	316
41. <i>A. Bodmer-Beder</i> , durch Gebirgsdruck gebogene Quarzkrystalle	318
42. <i>E. Kaiser</i> , Mineralogische Notizen	319
43. <i>R. Scheib</i> , Arsenikalkies aus dem Radauthal im Harz	320
44. <i>W. Müller</i> , Notiz über die Krystallform von Calcium-, Baryum- und Strontiumsulfid	320

Heft IV. (Geschlossen am 1. März 1901.)

XVIII. <i>A. Ries</i> , die Krystallformen der Chloroplatinate der aliphatischen Amine, mit besonderer Berücksichtigung ihrer morphotropen Beziehungen. Mit 66 Textfiguren	321
--	-----

	Seite
XIX. V. <i>Goldschmidt</i> und <i>H. Philipp</i> , Pyrit von Csetras. Hierzu eine Figur auf Taf. X	386
XX. V. <i>Goldschmidt</i> , über Winkelprojectionen. Hierzu Taf. X u. XI (Fig. A—F) und 6 Textfiguren	388
XXI. E. A. <i>Wülfing</i> , über eine neue Methode zur Orientirung der Plagioklase. Hierzu Taf. XII	403
XXII. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>H. Oehmichen</i> , die böhmischen Granatlagerstätten und die Edelsteinseife des Seufzergründels bei Hinterhermsdorf in Sachsen .	408
2. <i>Weber</i> , die Goldlagerstätten des Cape Nome-Gebietes	409
3. <i>F. Beyschlag</i> und <i>P. Krusch</i> , die Goldgänge von Donnybrook in Westaustralien	409
4. <i>E. E. Lungwitz</i> , die Goldscifen von Britisch-Guyana	410
5. <i>J. Blaas</i> , über ein Eisenerzvorkommen im Stubai thale	410
6. <i>H. W. Turner</i> , über metasomatische Goldlagerstätten in der Sierra Nevada	411
7. <i>O. H. Hershey</i> , Alter und Genesis gewisser Goldlagerstätten auf dem Isthmus von Panama	412
8. <i>Ders.</i> , Ursprung und Alter gewisser Gold- »Pocket«-Lagerstätten in Nord-Californien	412
9. <i>R. Beck</i> und <i>W. von Fircks</i> , die Antimonlagerstätten von Kostačnik in Serbien	412
10. <i>J. H. L. Vogt</i> , weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen	413
11. <i>Fr. Ryba</i> , Beitrag zur Genesis der Chromeisenerzlagertätte bei Kraubat in Obersteiermark	417
12. <i>J. V. Želízko</i> , das Feldspathvorkommen in Südböhmen	418
13. <i>E. Haber</i> , die geschwefelten Erzvorkommen an der Südwestküste von Tasmanien	418
14. <i>O. Fahrenhorst</i> , über ein Vorkommen von Dolomit bei Magdeburg .	419
15. <i>F. Wiegers</i> , über Aetzungserscheinungen am Gyps	420
16. <i>Fr. Hupfeld</i> , die Eisenindustrie in Togo	420
17. <i>W. Bornhardt</i> und <i>B. Kühn</i> , Notizen über Mineralien Deutsch-Ostafrikas	420
18. <i>A. F. Molengraaff</i> , Notizen über das Vorkommen von Mineralien in der Süd-Afrikanischen Republik	423
19. <i>C. Schmidt</i> , Mineralien aus dem Triasdolomit des Baltschiederthales im Wallis	423
20. <i>A. Bodmer-Beder</i> , Beiträge zur Petrographie des östlichen Rhätikons .	424
21. <i>L. Milch</i> , mineralogische Mittheilungen	425
22. <i>F. Rinne</i> , Notiz über Rubin und Chromverbindungen	426
23. <i>F. Zambonini</i> , über zweiflächenreiche Epidotkrystalle vom Sulzbach .	427
24. <i>St. J. Thugutt</i> , über den Zeagonit, als neues Zersetzungsproduct des Nephelins	428
25. <i>K. Ohm</i> , über das Weissbleierz von der Grube Perm bei Ibbenbüren und einige andere Weissbleierzvorkommen Westfalens .	430
26. <i>F. Loewinson-Lessing</i> , zur Frage über die Krystallisationsfolge im Magma	431
27. <i>M. Bauer</i> , Fuchsit als Material zu prähistorischen Artefacten aus Guatemala	432

Heft V. (Geschlossen am 22. März 1902.)

Seite

XXIII. <i>Ch. Palache</i> , über Epidotkrystalle von Alaska. Hierzu Taf. XIII . .	433
XXIV. <i>J. E. Wolff</i> und <i>Ch. Palache</i> , über Apatit von Minot, Maine. Hierzu Tafel XIV, Fig. 1–4	438
XXV. <i>A. Sachs</i> , über neue Kalkspathformen von Thiarandt in Sachsen. Hierzu Tafel XIV, Fig. 5 und 6	449
XXVI. <i>J. E. Strandmark</i> , Dolerophanit als Hüttenprodukt. Mit 3 Textfiguren	456
XXVII. <i>Ders.</i> , Leonit aus Leopoldshall. Mit 1 Textfigur.	461
XXVIII. <i>J. Beckenkamp</i> , über Zwillingsbildung von Krystallmassen und von Molekülen. Hierzu Tafel XV und 31 Textfiguren	466
XXIX. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>K. Busz</i> , Mittheilungen über den Granit des Dartmoor Forest in Devonshire, England, und einige seiner Contactgesteine . .	518
2. <i>E. Breusing</i> , Untersuchungen über Breithaupt's Manganocalcit (Agnolith Breusing)	520
3. <i>J. Beykirch</i> , über den Strontianit des Münsterlandes	522
4. <i>J. Knett</i> , partielle Perimorphose am Calcit	525
5. <i>E. Sommerfeldt</i> , thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung von Mischkrystallen .	525
6. <i>M. Schwarzmann</i> , Krystallophotogrammetrie, neues Hülfverfahren bei der Krystallmessung.	528
<i>Ders.</i> , zur Krystallophotogrammetrie. Exakte bildliche Darstellung, Hülfstabellen, Instrumente und Modelle	528
7. <i>R. Brauns</i> , Beobachtungen über die Krystallisation des Schwefels aus seinem Schmelzflusse	531
<i>Ders.</i> , ungewöhnlich lange Beständigkeit einiger Schwefelmodifikationen	532
8. <i>O. Bütschli</i> , Untersuchungen über Mikrostructures des erstarrten Schwefels nebst Bemerkungen über Sublimation, Ueberschmelzung und Uebersättigung des Schwefels und einiger anderer Körper	534
9. <i>Ders.</i> , Untersuchungen über die Mikrostructur künstlicher und natürlicher Kieselsäuregallerten (Tabaschir, Hydrophan, Opal) . .	536
10. <i>A. Rauber</i> , Atlas der Krystallregeneration	538
11. <i>E. A. Wülfing</i> , über einige krystallographische Constanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung	538
12. <i>B. Brunhes</i> , über die innere Reflexion in einem Krystall mit Drehungsvermögen	544
13. <i>G. Tammann</i> , über die Lage der Volumen- und Energiefläche eines Krystalls und seiner Schmelze	544
14. <i>W. B. v. Czudnochowski</i> , durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten	544
15. <i>A. Wroblewski</i> , über eine Methode Krystalle aus einer Lösung zu erhalten ohne Krustenbildung an der Oberfläche	544

Heft VI. (Geschlossen am 2. Mai 1902.)

XXX. <i>W. F. Hillebrand</i> und <i>S. L. Penfield</i> , Beiträge zur Kenntniß der Alunit-Jarositgruppe. Mit 2 Textfiguren	545
--	-----

	Seite
XXXI. <i>R. G. van Name</i> , über Krokoitkrystalle von Tasmanien. Mit 6 Textfiguren	555
XXXII. <i>C. Viola</i> , Beziehung zwischen Cohäsion, Capillarität und Wachsthum der Krystalle. Hierzu Tafel XVI, XVII und 13 Textfiguren	558
XXXIII. <i>W. Meyerhoffer</i> , Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien. Mit 2 Figuren im Text	593
XXXIV. <i>P. Zemiatsenskij</i> , die Kalkspathlagerstätte am Berge Celebi-jaurn-beli in der Umgegend des Baidar-Thores. Hierzu 4 Textfiguren.	598
XXXV. <i>A. Liffa</i> , Beiträge zur krystallographischen Kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon. Hierzu Tafel XVIII	606
XXXVI. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>D. Tommasi</i> , Bemerkung zu der Mittheilung von Tommasina über die Krystallisation bei elektrischem Transport gewisser Metalle in destillirtem Wasser	617
Th. Tommasina, Erwiderung	617
2. <i>H. W. Backhuis Roozeboom</i> , Eisen und Stahl vom Standpunkte der Phasenlehre	617
3. <i>J. H. Adriani</i> , Erstarrungs- und Umwandlungserscheinungen in optischen Antipoden	619
4. <i>C. Zeiss</i> , ein neuer beweglicher Objektisch	620
5. <i>J. Königsberger</i> , über die Absorption des Lichtes in festen Körpern	620
6. <i>C. Klein</i> , das Krystallpolymeter, ein Instrument für krystallographisch-optische Untersuchungen. Mit 1 Textfigur	623
7. <i>O. B. Boggild</i> , krystallographische Untersuchung einiger Platinsalze. Mit 4 Textfiguren	624
8. <i>C. Benedicks</i> , Beiträge zur Kenntniss des Gadoliniums	626
9. <i>L. Milch</i> , über die Krystallform des Desoxalsäureesters	628
10. <i>W. Salomon</i> , die Krystallformen des Methyläthers des Dibrom-p-Oxymenthylalkohols und das p-p-Dimethylbenzöins	629
11. <i>A. Schwantke</i> , über Krystalle aus Taubenblut	630
12. <i>Ders.</i> , zur Krystallform des Histidindichlorids	630
13. <i>A. Fock</i> , krystallographische Untersuchung des Isatosäureanhydrid	631
14. <i>A. Artini</i> , Krystallform des Aminodimethylbernsteinsäure-Anhydrid	631
15. <i>C. Riva</i> , Krystallform des Strophantidinhydrats	631
16. <i>F. Michel</i> , über Malonesterderivate des 2-3-Dichlor- α -naphtochinons	632
17. <i>v. Arend</i> , Krystallform des p-Monobromantipyrens	632
18. <i>H. Zirngiebl</i> , krystallographischer Vergleich von Cinchotoxin und Cinchonin	633
19. <i>A. Osann und E. Rudin</i> , Krystallform der Cineolsäure	633
20. <i>O. Lucdecke</i> , Krystallformen einiger Hydroxylaminverbindungen	633
21. <i>A. Pelikan</i> , krystallographische Bestimmung des Papaverinols	634
22. <i>K. Zulkowski</i> , über die Constitution des Andalusits und des Disthens	634
23. <i>H. Baumhauer</i> , über die krystallographischen Verhältnisse des Jordanit	635
24. <i>E. E. Basch</i> , künstliche Darstellung des Polyhalit	637
25. <i>R. Koechlin</i> , über Simonyit- und Glauberitkrystalle von Hallstatt	637
<i>Ders.</i> , über Glauberit vom Dörnberge bei Hallein	637
26. <i>J. M. van Bemmelen</i> , über das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren	638

	Seite
27. <i>K. Hinterlechner</i> , vorläufige Mittheilungen über die Basaltgesteine in Ostböhmen	640
<i>Ders.</i> , über Basaltgesteine aus Ostböhmen	640
28. <i>E. Döll</i> , über einige Pseudomorphosen aus Brasilien	640
<i>Ders.</i> , Pyrolusit nach Rhodonit, Quarz nach Rhodonit, Limonit nach Karpholith, drei neue Pseudomorphosen	640
29. <i>C. v. John</i> , über einige neue Mineralvorkommen aus Mähren	641
30. <i>F. Kovář</i> und <i>F. Slavík</i> , über Triplit von Wien und Cyrillhof in Mähren und seine Zersetzungsprodukte	642
31. <i>F. Rinne</i> , Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes	643
<i>Ders.</i> , Skizzen zur Geologie der Minahassa in Nord-Celebes	643
32. <i>E. Cohen</i> , Meteoriten-Studien X, XI	644
<i>Ders.</i> , das Meteor Eisen von Surprise-Springs, Bagdad, San Bernardino Co., S.-Californien	644
<i>Ders.</i> , die beiden Meteoriten von Los Muchachos, Tuscon, Arizona	644
<i>Ders.</i> , Zusammenfassung der bei der Untersuchung der körnigen bis dichten Meteoriten erhaltenen Resultate	644
33. <i>M. Kispatic</i> , die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone	649
34. <i>G. Munteanu Murgoci</i> , über die Einschlüsse von Granat-Vesuvianfels in dem Serpentin des Paringu-Massivs	649
35. <i>F. Locwinson-Lessing</i> , geologische Skizze der Besetzung Jushno-Sausersk und des Berges Deneshkin im nördlichen Ural	653
36. <i>H. Bücking</i> , Cordierit von Nord-Celebes und aus den sog. verglasten Sandsteinen Mitteleuropas	654
37. <i>R. Canaval</i> , zur Kenntniss der Goldvorkommen von Lengholz und Sifflitz in Kärnten	655
38. <i>J. Fromme</i> , Minerale aus dem Radauthale	656
39. <i>J. Lemberg</i> , zur mikrochemischen Untersuchung einiger Mineralien	657
40. <i>E. A. Wülfing</i> , Untersuchung des bunten Mergels der Keuperformation auf seine chemischen und mineralogischen Bestandtheile	659
41. <i>R. Beck</i> , über die Erzlagerstätten von Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge	660
<i>Autorenregister</i>	661
<i>Sachregister</i>	669
<i>Berichtigungen und Zusätze</i>	683

I. Untersuchungen im Gebiete der optischen Eigenschaften isomorpher Krystalle.

Von

Georg Wulff in Warschau.

(Hierzu Taf. I—V und 7 Textfiguren.)

I.

Von der Bedeutung der Volumverhältnisse in den optischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen.

Zweck und Wesen der Untersuchung. J. W. Retgers kam in seinen klassischen Untersuchungen über das spezifische Gewicht der isomorphen Mischkrystalle¹⁾ zum folgenden wichtigen Schlusse:

»Bei isomorphen Mischungen herrscht eine Proportionalität zwischen spezifischem Gewicht (resp. spezifischem Volum) und chemischer Zusammensetzung.«

Für dieses Gesetz giebt Retgers folgende mathematische Ausdrücke:

$$\delta = \frac{\delta_2 - \delta_1}{100} v_2 + \delta_1$$

und

$$\omega = \frac{\omega_2 - \omega_1}{100} m_2 + \omega_1.$$

In demselben sind δ und ω das spezifische Gewicht bzw. das spezifische Volum ($\omega = \frac{1}{\delta}$) der Mischkrystalle, δ_1 und δ_2 die spezifischen Gewichte, ω_1 und ω_2 die spezifischen Volume der Componenten, welche in der Zusammensetzung der Mischkrystalle sich entweder mit den Volumengen ($100 - v_2$) und v_2 , oder mit den Gewichtsmengen ($100 - m_2$) und

1) Zeitschr. f. phys. Chemie 1889, **3**, 497—564; 1889, **4**, 593—630; 1890, **5**, 436—466; 1890, **6**, 193—236. N. Jahrb. f. Miner. etc. 1894, **2**, 432—460 und 276—278; Ref. diese Zeitschr. **19**, 623, 623, 627; **23**, 340.

m_2 betheiligen. Somit kann die Zusammensetzung entweder in Volumprocenten und specifischen Gewichten oder in specifischen Volumen und Gewichtsprocenten zum Ausdruck gebracht werden.

Die oben angeführten Ausdrücke erhalten eine weit übersichtlichere Form, wenn wir

in die erste Formel $400 = m_1 + m_2$

und in die zweite Formel $400 = v_1 + v_2$

einsetzen. Wir erhalten dann:

$$(m_1 + m_2)\omega = m_1\omega_1 + m_2\omega_2, \quad (1)$$

$$(v_1 + v_2)\delta = v_1\delta_1 + v_2\delta_2. \quad (2)$$

Die Formel (2) sagt nichts Anderes aus, als dass die Masse der Mischung $(v_1 + v_2)\delta$ gleich der Summe der Massen der sich mischenden Componenten ist, was selbstverständlich ist. Die Formel (1) aber charakterisirt die eigenthümliche Natur der isomorphen Mischung, indem sie betont, dass das Volum der Mischung der Summe der Volume der sich mischenden Componenten gleich ist. Daraus folgt ohne weiteres, dass die isomorphe Mischung eine rein mechanische ist. Diese wichtige Schlussfolgerung wurde von Retgers erst später gewürdigt, als er an A. Arzruni für dessen »Physikalische Chemie der Krystalle«¹⁾ eine briefliche Mittheilung richtete, deren Inhalt als wahres Schlussresultat der ganzen Untersuchungsreihe von Retgers angesehen werden muss, die aber in dem oben erwähnten Werke Arzruni's nur in den »Nachträgen« einen Platz finden sollte. Ich halte es deshalb für sehr wichtig, diese Mittheilung hier in extenso wiederzugeben.

»Dass ich die Proportionalität in specifischem Volum und Gewichtsprocenten ausgedrückt habe, anstatt in specifischem Gewicht und Volumprocenten, thut mir jetzt noch leid. Ich verwendete den Begriff spec. Vol. = $1/\text{spec. Gew.}$ in meiner Dissertation, weil die Contraction der chemischen Verbindungen sich hierdurch einfacher und anschaulicher herstellen liess, als durch das spec. Gewicht, welches eine complicirtere Formel giebt. Für isomorphe Mischungen, bei welchen keine Contraction stattfindet, verschwindet jedoch dieser Vortheil vollkommen. Der Ausdruck der Proportionalität in spec. Gewichten und Volumprocenten ist deshalb geeigneter, weil »spec. Gewicht« ein viel geläufigerer Begriff ist, als »spec. Volum«, zumal letzterer oft im Sinne »Molekularvolum« benutzt wird.

»Ferner finde ich es angezeigt und theoretisch viel richtiger, alle physikalischen Eigenschaften (auch die optischen) auf Volumprocente zu beziehen. Gewichtsprocente sind an sich ausgeschlossen, weil sie complicirte Formeln geben; Molekularprocente geben zwar annähernd die Wahrheit, nicht aber die theoretische Richtigkeit, z. B. eine sehr schwach gebogene

1) S. 334—335.

Curve statt einer Geraden. Bei isomorphen Mischungen denkt man sich auch nicht zwei Molekel neben einander, sondern zwei kleine Volume — und diese beiden Begriffe sind nicht identisch. Nur durch die Gegenüberstellung der betreffenden physikalischen Eigenschaft und der chemischen Zusammensetzung in Volumprocenten gelangt man zu einem einfachen und mathematisch richtigen Ausdruck. Leider ist es durchweg üblich, sich der Molekularprocente zu bedienen. Da die isomorphen Körper sehr wenig abweichende Molekularvolume besitzen, fällt der Fehler, der oft noch innerhalb der Beobachtungsfehlergrenze liegt, nicht so sehr in's Auge. Theoretisch ist es jedoch vollkommen unrichtig, ebenso bei den Brechungsindices u. s. w. wie beim specifischen Gewicht.

»Ich habe mich in meiner französisch geschriebenen Arbeit (Ann. École polyt. de Delft 1890, 5, 189, Anm. 1) hierüber ausgelassen.«

Die in diesem Kapitel darzulegende Untersuchung wurde unternommen, noch ehe ich den oben citirten Nachtrag zu dem Arzruni'schen Buche kennen gelernt hatte, und kann jetzt als eine Bestätigung der in demselben geäußerten Ideen im Gebiete der optischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen betrachtet werden. Nachdem ich die Arbeiten von Retgers gelesen hatte, schienen mir alle bis jetzt vorgeschlagenen Gesetze, in welchen manche oft sehr einfache Beziehungen zwischen den physikalischen Constanten der sich mischenden Krystalle und der »chemischen Zusammensetzung« der Mischung zum Ausdrucke kamen, als verdächtig, falls sie die specifischen Gewichte der sich mischenden Substanzen nicht in Betracht zogen. Um diese Idee zu bestätigen, wandte ich meine Aufmerksamkeit auf die optischen Eigenschaften der Mischkrystalle.

Aus den hierüber existirenden Arbeiten muss man in erster Linie die Inauguraldissertation von Hrn. Lavenir¹⁾ nennen, welche unter der Leitung von Hrn. Dufet ausgeführt worden war. In dieser Arbeit untersucht Hr. Lavenir die beiden Seignettesalze



und deren Mischkrystalle und bestimmt deren Brechungsindices nach der Methode von Hrn. Pulfrich. Er kommt zu dem Schlusse, dass die Hauptbrechungsindices dieser rhombischen Mischkrystalle n_x , n_y und n_z nach den Symmetriemaxen abgeleitet werden von den entsprechenden Indices der Componenten $n_{x'}$, $n_{y'}$ und $n_{z'}$ bzw. n_x'' , n_y'' und n_z'' vermittelt folgender Formeln:

1) M. A. Lavenir, Thèse: Sur la variation des propriétés optiques dans les mélanges de sels isomorphes, Paris 1894 (Bull. d. l. soc. franç. d. min. 1894, 17, 153). Ref. diese Zeitschr. 26, 222.

$$\begin{aligned}
 n_x &= k' n_x' + k'' n_x'', \\
 n_y &= k' n_y' + k'' n_y'', \\
 n_z &= k' n_z' + k'' n_z'', \\
 k' + k'' &= 1,
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

d. h. die Untersuchung von Hrn. Lavenir bestätigt, und zwar sehr genau, die zweite Theorie von Mallard, welche dieser Forscher in seinem *Traité de Cristallographie* Bd. 2 entwickelt hat. Die Genauigkeit der Methode von Lavenir liegt wesentlich darin, dass er die Richtigkeit der Formeln (3) experimentell nachgewiesen hat, unabhängig davon, welcher Grösse die Coëfficienten k proportional sind, ob Massen oder Volume der sich mischenden Substanzen. Darin liegt die originellste und wichtigste Bedeutung dieser Arbeit. Erst im letzten Kapitel derselben macht Herr Lavenir einen Versuch zu beweisen, dass » k die Bruchtheile der Molekel jeder Componente darstelle, welche in die Molekel der isomorphen Mischung eintritt«.

Nun sind für die Bestätigung dieses Satzes solche Methoden nöthig, wie die der chemischen Analyse, welche unvergleichlich weniger genau sind, als die Bestimmung der Brechungsindices. Und wenn man noch in Erwägung zieht, dass wir es mit solchen Substanzen zu thun haben, welche der Grösse der Molekel und dem specifischen Gewichte nach fast gleich sind, so sind wir vollkommen berechtigt zu behaupten, dass die Untersuchung von Lavenir die Frage über die Bedeutung der Coëfficienten k vollständig offen lässt.

Um diese Frage möglichst genau zu untersuchen, muss man solche zwei vollkommen isomorphe Substanzen wählen, welche einen Grössenunterschied zwischen den hier in Betracht kommenden Constanten zeigen. Ich habe deshalb meine Aufmerksamkeit auf folgende zwei Salze gerichtet:



Der Unterschied zwischen diesen Substanzen lässt der Grösse nach nichts zu wünschen übrig, was die folgende Uebersichtstabelle bestätigt.

Substanz:	Molekular- gewicht:	Specifisches Gewicht:	Molekular- volum:
$(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	468,8	1,721	272,5
$Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	698,5	2,672	261,4

Zu Gunsten der Wahl dieser Substanzen spricht noch die aussergewöhnliche Krystallisationsfähigkeit derselben.

Ein so grosser Unterschied zwischen den Constanten, welche für die Entscheidung über die Natur des Coëfficienten k dienen sollen, erlaubte mir für meinen Zweck eine Function der optischen Constanten zu wählen, welche sich viel leichter messen lässt, als ein Brechungsindex.

Eine solche Function ist der Auslöschungswinkel. Es wird weiterhin

gezeigt, dass die Messung desselben eine dazu hinreichende Genauigkeit gestattet. Die beiden gewählten Salze sind auch in dieser Beziehung ungemein günstig, da die Differenz der analogen Auslöschungsrichtungen auf den immer an den Krystallen dieser Substanzen entwickelten Flächen der Form $\{110\}$ den grossen Betrag von $55^{\circ} 44'$ hat.

Der Gang meiner Untersuchung bestand daher im Folgenden: Es wurden möglichst genau die Auslöschungsrichtungen auf $\{110\}$ in Bezug auf die Kante $[001]$ an den Krystallen der reinen Salze $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ und $Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ und deren Mischkrystallen gemessen, die Zusammensetzung der letzteren bestimmt und die so erhaltenen Resultate in Gestalt einer Curve wiedergegeben. Die so erhaltene Curve wurde dann mit zwei theoretisch berechneten Curven verglichen: bei einer wurde k proportional der Masse, bei der zweiten proportional dem Volum der gemischten Substanzen gesetzt. Der Vergleich der beobachteten Grössen mit den theoretischen sprach entschieden zu Gunsten der letzteren Voraussetzung.

Theoretische Betrachtungen. Die Formeln von E. Mallard. Nach Mallard's Berechnung¹⁾, welche experimentell durch die oben citirte Untersuchung Lavenir's bestätigt worden ist, hat die Schnittcurve der Oberfläche, welche in einem isomorphen Mischkrystalle die Brechungsindices darstellt, in einer aus diesem Krystalle geschnittenen Platte die Gleichung

$$\varrho = n' \cos^2 \mu + n'' \sin^2 \mu. \quad (4)$$

Diese Gleichung ist auf die beiden Hauptschnitte der Platte als Coordinatenaxen bezogen und n' und n'' sind die beiden Brechungsindices der Platte.

Setzen wir $\cos^2 \mu = \frac{1}{2}(1 + \cos 2\mu)$ und $\sin^2 \mu = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\mu)$, so erhalten wir

$$\varrho = \frac{1}{2}(n' + n'') + \frac{1}{2}(n' - n'') \cos 2\mu. \quad (5)$$

Es sei OR die Richtung einer in der Ebene der Platte sich befindenden Kante, ϱ_i der Radiusvector des Ovals (4) in der Platte nach der Richtung $O\varrho$, deren Axe n'_i den Winkel μ_i mit der Richtung OR macht, so gilt die Gleichung

$$\varrho_i = \frac{1}{2}(n'_i + n''_i) + \frac{1}{2}(n'_i - n''_i) \cos 2(\mu - \mu_i). \quad (6)$$

Wenn die Platte aus mehreren gemischten Substanzen gebildet ist, für welche, einzeln genommen, dieselbe Gleichung (6) besteht und wenn jede Substanz in den Mengen k_i genommen ist, so erhalten wir für den Werth des resultirenden Radiusvector ϱ nach der Richtung $O\varrho$ den Ausdruck:

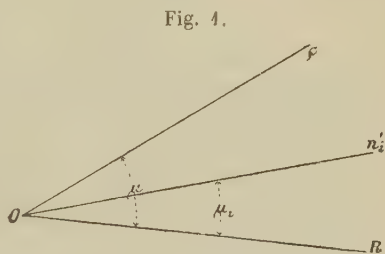


Fig. 4.

1) Traité de Crystallographie, 2, 269.

$$\varrho = \sum k_i \varrho_i = \frac{1}{2} \sum k_i (n_i' + n_i'') + \frac{1}{2} (\sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i) \cos 2\mu + \frac{1}{2} (\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i) \sin 2\mu. \quad (7)$$

Hier bedeutet δ_i die »Grösse der Doppelbrechung« $n_i' - n_i''$.

Für das Minimum resp. Maximum von ϱ besteht die Bedingung:

$$\frac{d\varrho}{d\mu} = 0 = -(\sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i) \sin 2\mu_0 + (\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i) \cos 2\mu_0.$$

Das führt zu der Formel für die Auslöschungsrichtung:

$$\operatorname{tg} 2\mu_0 = \frac{\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i}{\sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i}. \quad (8)$$

Für den einfachen Fall zweier Substanzen, indem man die Auslöschungsrichtung der zweiten Substanz von derjenigen der ersten aus rechnet, d. h. $\mu_1 = 0$ setzt, bekommt man leicht

$$\cotg 2\mu_0 = \frac{k_1 \delta_1}{k_2 \delta_2} \frac{1}{\sin 2\mu_2} + \cotg 2\mu_2. \quad (9)$$

Diese Gleichung hat die Form

$$\cotg 2\mu = ax + b, \quad (10)$$

was die bekannte Mallard'sche Formel ist, welche er auf die Berechnung der Messungen an den Plagioklassen von M. Schuster angewendet hat.

Wenn man in Erwägung zieht, dass

$$\sin 2\mu_0 = \operatorname{tg} 2\mu_0 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\mu_0} \quad \text{und} \quad \cos 2\mu_0 = 1 / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 2\mu_0},$$

so erhält man aus (5)

$$\begin{aligned} \sin 2\mu_0 &= \frac{\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i}{\sqrt{\sum^2 k_i \delta_i \cos 2\mu_i + \sum^2 k_i \delta_i \sin 2\mu_i}} \\ \cos 2\mu_0 &= \frac{\sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i}{\sqrt{\sum^2 k_i \delta_i \cos 2\mu_i + \sum^2 k_i \delta_i \sin 2\mu_i}}. \end{aligned}$$

Indem wir diese Werthe in die Gleichung (4) einsetzen, erhalten wir die Längen der Axen des resultirenden Ovals, d. h. die Brechungsindices unserer gemischten Platte:

$$n = \frac{1}{2} \sum k_i (n_i' + n_i'') \pm \frac{1}{2} \sqrt{\sum^2 k_i \delta_i \sin 2\mu_i + \sum^2 k_i \delta_i \cos 2\mu_i}. \quad (11)$$

Bezeichnen wir die Grösse der Doppelbrechung der Platte durch δ , so ist ersichtlich, dass

$$\delta = \sqrt{\sum^2 k_i \delta_i \sin 2\mu_i + \sum^2 k_i \delta_i \cos 2\mu_i}. \quad (12)$$

Es ist sehr leicht, den Formeln (5) und (9) eine graphische Deutung zu geben (s. Fig. 2).

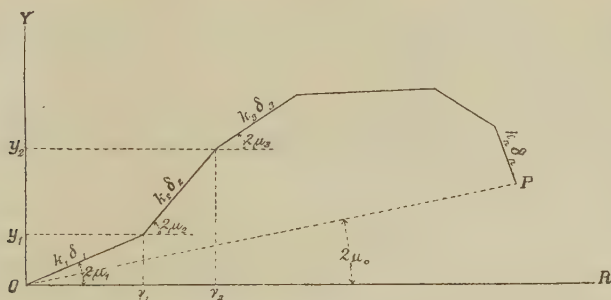
Für zwei Krystalle lauten die Formeln (11) und (12):

$$\delta = \sqrt{k_1^2 \delta_1^2 + k_2^2 \delta_2^2 + 2k_1 k_2 \delta_1 \delta_2 \cos 2(\mu_2 - \mu_1)}, \quad (13)$$

$$n = \frac{1}{2} [k_1 (n_1' + n_1'') + k_2 (n_2' + n_2'')] \pm \frac{1}{2} \delta. \quad (14)$$

Ziehen wir vom Punkte O aus (Fig. 2) eine polygonale Linie OP , deren Abschnitt $k_i \delta_i$ den Winkel $2\mu_i$ mit der festen Richtung OR macht, so ist die Projection dieses Abschnittes auf die Geraden OR gleich $k_i \delta_i \cos 2\mu_i$

Fig. 2.



und die Projection der ganzen polygonalen Linie auf OR ist $\sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i$; dieselbe Projection auf die Gerade OY , welche senkrecht zu OR ist, wird $\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i$ sein. Ziehen wir die Gerade OP , so ist die Tangente des Winkels POR gleich $\sum k_i \delta_i \sin 2\mu_i / \sum k_i \delta_i \cos 2\mu_i$, also der Winkel POR gleich $2\mu_0$. Wir finden auch, dass $OP = \delta$ ist.

Das Material. Als Ausgangsmaterial für die Darstellung von $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ und von $Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ dienten möglichst reine Präparate von $(NH_4)_2SO_4$, $MgSO_4$ und Cs_2SO_4 . Das Cäsiumsulfat wurde spectroscopisch geprüft und erwies keine Spur von Kalium und Rubidium. Ich habe theils mit fertigem Cs_2SO_4 , bezogen von Hrn. Merck in Darmstadt, gearbeitet, theils bereitete ich selbst dieses Salz aus Cäsiumaluminiumalaun derselben Herkunft. Die Bestimmung der Schwefelsäure in meinem Cäsiumsulfat ergab Folgendes:

	Beobachtet:	Berechnet:
SO_3	22,17 %	22,13 %

Die Doppelsalze wurden folgendermassen dargestellt: Es wurden äquivalente Mengen der entsprechenden Sulfate abgewogen, in Wasser gelöst und vereinigt. Durch Abdampfen wurde die Lösung schwach übersättigt gemacht, und nach der Abkühlung bildeten sich bis 2 cm grosse, oft vollkommen klare Krystalle.

Die Analyse des $Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:
H_2O	18,31 %	18,31 %
SO_3	23,23	23,19

Das Salz war also vollkommen rein. Die Analyse des $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ergab das Nachstehende:

	Beobachtet:	Berechnet:
H_2O	29,97 %	29,98 %
$(NH_4)_2SO_4$	36,73	36,65
$MgSO_4$	33,30	33,38
MgO	11,23	11,19

Die etwas grössere Menge von $(NH_4)_2SO_4$ hing davon ab, dass dieser Bestandtheil durch Glühen bestimmt wurde, was einen kleinen Verlust an $MgSO_4$ verursachte.

Darstellung der Mischkrystalle und Bestimmung ihrer Zusammensetzung. Die Mischkrystalle wurden nach der Methode von Retgers gezüchtet. Es wurden nämlich neun Mischungen vorbereitet, indem man die gesättigten Lösungen von beiden Doppelsalzen in den Volumverhältnissen 1 : 9, 2 : 8, 3 : 7 . . . bis 9 : 1 zusammengoss. Aus solchen gemischten Lösungen bildeten sich beim Verdunsten gute Krystalle, deren Zusammensetzung jedoch nicht derjenigen der Lösung entsprach. Um die Zusammensetzung dieser Mischkrystalle zu bestimmen, wandte ich nicht die chemische Analyse an, sondern bestimmte das spezifische Gewicht derselben und daraus die relativen Mengen der den Krystall bildenden Componenten. Ich zog diese Methode aus zwei Gründen vor. Erstens, wie es später zu ersehen ist, sind die Mischkrystalle durchaus keine homogenen Körper, und man kann nicht sicher sein, ob die Bestimmung des Auslöschungswinkels an der Stelle des Krystalles vollzogen worden ist, welche genau der mittleren Zusammensetzung der ausgeschiedenen Krystalle entspricht. Für die chemische Analyse muss man viel mehr Substanz verbrauchen, als es zur Bestimmung des Auslöschungswinkels nöthig ist. Wenn man aber das spezifische Gewicht bestimmen will, so kann man dazu sehr kleine Krystalle oder sogar geschliffene Plättchen verwenden, an welchen zugleich die optische Messung stattfand. Man muss nur für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes sich der schweren Flüssigkeiten nach der Retgers'schen Methode bedienen, was sogar eine grössere Genauigkeit zulässt. Zweitens ist im Falle von dem spezifischen Gewichte nach sehr verschiedenen Substanzen diese Methode viel genauer, als die chemische Analyse. Das spezifische Volum ist für das Ammoniumdoppelsulfat 0,5844 und für Cäsiumdoppelsulfat 0,3742. Die Genauigkeit der Bestimmung dieser Grösse ist ungefähr $\pm 0,0005$. In Gewichtsprocenten der Bestandtheile wird also der Fehler $\pm 0,1\%$ betragen. Wenn wir in Erwägung ziehen, dass mit solcher Genauigkeit die Zusammensetzung eines Krystallplättchens bestimmt wird, welches kaum 0,01 wiegt, so springt der Vorzug dieser Methode in's Auge.

Praktisch kann man sich auf die graphische Rechnung beschränken: man bestimmt auf Coordinatenpapier die Länge gleich 100 Einheiten, errichtet am Anfange und am Ende dieses Abschnittes zwei Lothe, auf diesen Lothen trägt man die beiden spezifischen Volume auf und verbindet die

so erhaltenen Punkte durch eine Gerade. Für jedes zwischenliegende spezifische Volum, als Ordinate genommen, zeigt die entsprechende Abscisse den Procentbestand an.

Das spezifische Gewicht bestimmte ich vermittelst Methylenjodid und Benzol. Das spezifische Gewicht der Flüssigkeit, in der das optisch untersuchte Krystallfragment zum Schweben gebracht worden war, wurde pyknometrisch bestimmt. Um die Genauigkeit der Messungen an einem Beispiele zu zeigen, führe ich die Bestimmung des spezifischen Gewichtes für drei Krystalle aus einer und derselben Lösung an, welche die Grössen 1,9204, 1,9244 und 1,9245 gaben. Der mittlere Fehler der einzelnen Bestimmung ist also kleiner als $\pm 0,0004$.

Bestimmung der Hauptschnitte (Auslöschungsrichtungen). Genauigkeit der Methode. Für meine Messungen habe ich das Bertrand'sche Vierquarzocular gewählt. Der Fehler der einzelnen Einstellung auf gleiche Farbe (teinte sensible) mit diesem Ocular wurde aus 20 Beobachtungen $\pm 12'$ gefunden. Da ich bei der Messung der Auslöschungsrichtung je fünf Einstellungen machte, so war der Fehler des arithmetischen Mittels $\pm 5'$. Der Fehler bei der Einstellung auf die Kante war viel kleiner. Man konnte also alle Messungen mit einem bis auf $5'$ getheilten Kreise ausführen. Ich habe alle Messungen mit dem Ocularkreise des Fuess'schen Mikroskops mit gleichzeitig drehbaren Nicols ausgeführt.

Es wurden die Auslöschungsrichtungen auf der Fläche (110) gegen die Kante [001] für acht Krystalle des Ammoniumsalzes und ebensoviel des Cäsiumsalzes gemessen. Die Daten beziehen sich auf die Richtung der Polarisationsebene der langsameren Welle.

$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: $40^\circ 45'$, $70^\circ 22'$, $70^\circ 8'$, $60^\circ 35'$, $70^\circ 4'$, $40^\circ 24'$,
 $60^\circ 38'$, $50^\circ 0'$

$\text{Cs}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$: $60^\circ 54'$, $61^\circ 35'$, $60^\circ 50'$, $62^\circ 2'$, $61^\circ 56'$, $60^\circ 44'$,
 $63^\circ 33'$, $63^\circ 24'$.

Im Mittel $60^\circ 7'$ und $61^\circ 54'$.

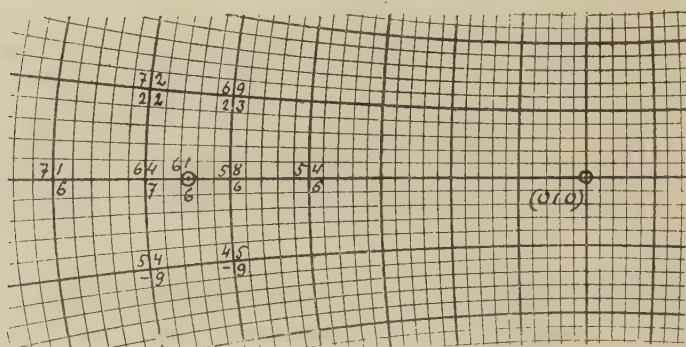
Der mittlere Fehler der einzelnen Messung ist in beiden Fällen gleich $\pm 70'$ und der mittlere Fehler des Resultats $\pm 25'$.

Wie man sieht, können die äussersten Schwankungen 30° betragen.

Die Erklärung dieser auf den ersten Blick paradoxen Erscheinung ist sehr einfach. Man braucht nur die Aenderung der Auslöschungswinkel in der Nachbarschaft der Fläche (110) in beiden Salzen klarzulegen. Fig. 3 giebt nach der Methode von Hrn. M. Lévy, die dieser Forscher für die Darstellung der optischen Eigenschaften der Feldspäthe angewendet hat, einen Theil der stereographischen Projection der beiden Krystalle auf die Fläche (010), d. h. auf die Symmetrieebene. Durch die oberhalb der

stärkeren Parallelkreise gesetzten Zahlen sind die Auslöschungswinkel für das Cäsiumsalz, unterhalb für das Ammoniumsalz angegeben.

Fig. 3.



Da der Abstand der Kreise auf der Projection 40° Grad beträgt, so sehen wir, dass eine Abweichung von der Richtung der Normalen zu (110) um 5° eine Aenderung des Auslöschungswinkels um etwa 40° verursachen kann. Da die Fläche (110) sehr oft durch vicinale Flächen ersetzt ist und da bei der Messung die Fläche (110) immer eine kleine Neigung gegen die optische Axe des Mikroskops haben kann, so sind damit die beträchtlichen Schwankungen in den Messungsdaten vollkommen erklärt.

Wir werden aber weiter sehen, dass diese Schwankungen auf das Endresultat keinen Einfluss haben, dank der grossen Differenz der specifischen Gewichte der gewählten Substanzen.

Ueber die Richtungen, von welchen der Auslöschungswinkel in den isomorphen Mischungen gerechnet werden muss. **Morphotrope homogene Deformation.** Es ist durchaus unrichtig, wenn man in den zu vergleichenden isomorphen Krystallen die Auslöschungsrichtungen auf irgend einer Fläche von den gleichen Kanten aus rechnet. Die zwei isomorphen Krystalle stehen zu einander in der Beziehung der Morphotropie, und ihr Axensystem ist im Allgemeinen nicht congruent. Um einen Krystall aus dem anderen geometrisch abzuleiten, muss man einen von den beiden Krystallen homogen deformiren. Diese Deformation wollen wir morphotrope homogene Deformation nennen. Man überzeugt sich nun leicht, dass die Axen dieser Deformation jene Richtungen sein müssen, auf welche die Lage aller zu vergleichender Eigenschaften dieser Krystalle zu beziehen sind. Die in solcher Weise erhaltenen Correctionen sind zwar klein, doch in manchen Fällen nicht zu vernachlässigen. Was die Methode anbetrifft, nach welcher diese Deformation berechnet wird, so werde ich die Methode von F. Neumann¹⁾ anwenden. Um die möglichen Werthe dieser Correc-

1) Vergl. Th. Liebisch, Physikalische Krystallographie, Leipzig 1894, S. 74 u. f.

tionen resp. der Differenz der Lage der Deformationsaxen in einigen isomorphen Substanzen beispielsweise beizufügen, werde ich die Winkel einer dieser Axen in der Symmetrieebene mit der Krystallaxe c für drei Krystallpaare von isomorphen Doppelsulfaten anführen.

$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	39° 0'
$Rb_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	40 28
$K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	32 2
$Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	34 6
$Rb_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	20 20
$Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	24 26
$(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	82 20
$Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	82 35

Man sieht, dass bei dem Uebergange vom Rubidium- in's Cäsiumsalz die Correction den beträchtlichen Werth von 4° 6' erreicht. In dem für meine Untersuchung gewählten Paare, d. h. beim Uebergange von Ammonium- zu Cäsiumsalz, kann sie dagegen unberücksichtigt gelassen werden.

Nachdem man für jedes Paar der in der Beziehung der Morphotropie stehenden Krystalle die Hauptdeformationsaxen gefunden hat, kann man die morphotropen Ausdehnungscoefficienten nach diesen Axen finden. Dazu muss man die krystallographischen Längen dieser Axen berechnen und die Volume der Parallelepipeda, deren Kanten diese Längen sind, den Molekularvolumen der Substanzen gleich setzen. Dies wird ein vollständiges Bild der morphotropen homogenen Deformationen geben; doch ist das für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung ohne Bedeutung.

Bestimmung des Verhältnisses der Grössen der Doppelbrechung.

Da in die Formel (9) nur das Verhältniss der Grössen δ eintritt, so verfuhr ich folgendermassen. Zwei Krystalle, der eine von $(NH_4)_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, der zweite von $Cs_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$, wurden dicht neben einander mit den Flächen (110)

auf eine kleine Glasplatte aufgeklebt und parallel der Platte zusammengeschliffen, z. B. bis ab (Fig. 4).

Dann wurde auf die Ebene ab eine andere Glasplatte aufgekittet und die erste entfernt. Man schliff nun die beiden Krystalle weiter parallel der Glasplatte, bis die Krystallplatten auf die nöthige Dicke gebracht waren. Bei diesem Verfahren erzielte man eine ganz gleiche Dicke beider Krystallflächen, was besonders in der Nähe der gemeinschaftlichen Contactlinie unzweifelhaft der Fall war. Das so erhaltene Plattenpaar wurde dann mit dem Babinet'schen Compensator

Fig. 4.



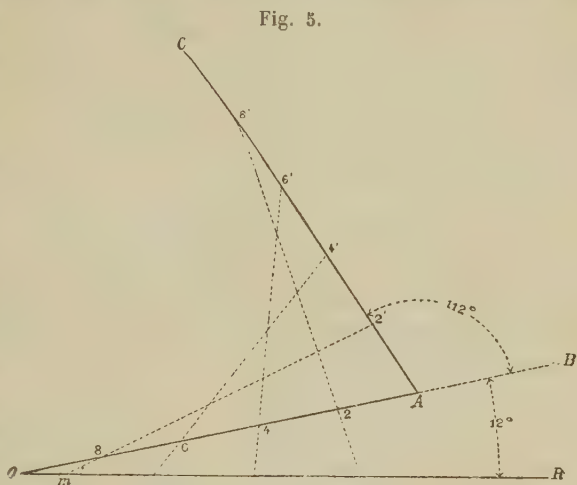
untersucht. Aus drei Präparaten erhielt ich für das Verhältniss von δ_c für Cäsiumsalz zu δ_a des Ammoniumsalzes δ_c/δ_a folgende Grössen: 1,30, 1,25, 1,26; Mittel $1,27 \pm 0,015$.

Die Resultate der Untersuchung sind durch Fig. 4 auf der beige-fügten Taf. I anschaulich gemacht. Die horizontale Strecke giebt von links nach rechts den Procentgehalt des Cäsiumdoppelsalzes und von rechts nach links denjenigen des Ammoniumdoppelsalzes. Auf den Ordinaten sind dreierlei Grössen aufgetragen: 1) Die Auslöschungswinkel, von der Kante [001] aus gerechnet. Die ausgezogene Curve giebt die theoretischen Grössen für diesen Winkel an für den Fall, dass wir den Procentgehalt der Salze nach Volum rechnen; die punktirte Curve giebt dieselben Grössen an, wenn wir den Procentgehalt nach Massen rechnen. Die einzeln aufgetragenen Punkte entsprechen den beobachteten Grössen der Auslöschungswinkel. Die Abscissen dieser Punkte sind durch die bezüglichen specifischen Gewichte gegeben. Dazu sind 2) die specifischen Gewichte durch die ausgezogene Gerade angegeben. Der Bequemlichkeit wegen wurden alle specifischen Gewichte für die Construction dieser Geraden um das specifische Gewicht des Ammoniumsalzes, d. h. um 1,72 vermindert, so dass die Gerade durch den Anfangspunkt geht, jedoch sind die Werthe des specifischen Gewichtes längs der Geraden durch Zahlen in gleichen Intervallen angedeutet. Auf ähnliche Weise sind noch 3) die specifischen Volumen durch die punktirte Gerade repräsentirt, welche der Bequemlichkeit wegen in zwei Stücke getheilt ist; längs dieser Geraden sind ebenfalls in gleichen Intervallen die Werthe der specifischen Volumen notirt. Um das Verständniss der Figur noch zu erleichtern, füge ich ein Beispiel bei. Die Messung ergab, dass ein Mischkrystall vom specifischen Gewichte 2,075 den Auslöschungswinkel 30° besitzt. Um diesen Werth in der Figur einzutragen, suchen wir auf der ausgezogenen Geraden den Punkt, der dem specifischen Gewichte 2,075 entspricht. Auf der Ordinate dieses Punktes tragen wir von der unteren Strecke aus 30 Theile ab und erhalten so den Ort des Punktes, welcher unsere Beobachtung darstellt. Die Abscisse unserer Ordinate giebt in Volumprocenten die Menge des Cäsiumdoppelsalzes in unserem Mischkrystalle = $37,5\%$. Um die Gewichtsprocente desselben Salzes zu erhalten, nehmen wir den reciproken Werth des specifischen Gewichtes, d. h. $1/2,075 = 0,482$ und suchen auf der punktirten Geraden den Punkt 0,482 auf. Die Abscisse, welche zu der Ordinate dieses Punktes gehört, giebt den Procentgehalt des Cäsiumsalzes in Gewichtsprocenten, in unserem Falle $48,0\%$, an.

Die theoretische Curve kann man mit genügender Genauigkeit folgendermassen graphisch bestimmen. Wir ziehen die Gerade OR als die Richtung der Kante [001] und vom Punkte O aus die Gerade OA , welche wir

gleich 1 machen (entsprechend $\delta_a = 1$) und welche um 12° ($6 \times 2 =$ doppelter Auslöschungswinkel für das Ammoniumsalz) gegen OR geneigt ist.

Vom Punkte A aus ziehen wir die zweite Gerade AC , so dass der Winkel CAB 112° ($56 \times 2 =$ dem Auslöschungswinkel für das Cäsiumsalz) beträgt, und von A aus tragen wir die Länge $AC = 1,27 = \delta_c / \delta_a$ auf. Ferner theilen wir die beiden Strecken z. B. in zehn Theile. Wenn wir dann z. B. die Punkte 8 und 2' durch eine Gerade verbinden und diese Gerade bis zu dem



Durchschnittspunkte m mit OR verlängern, so ist der Winkel $2'mR$ der doppelte Auslöschungswinkel mit $[004]$ für den Mischkrystall, der acht Theile Ammoniumsalz und zwei Theile Cäsiumsalz, d. h. 80 % des ersten Salzes, enthält.

Schon der blosse Anblick der Fig. 4 überzeugt uns, dass die durch Beobachtung bestimmten Punkte sich weit mehr der ausgezogenen Curve anschmiegen, als der punktirten, und damit ist folgendes Resultat begründet: Die Brechungsindices der Mischkrystalle sind den Volumen der sich mischenden Krystalle proportional.

Discussion des systematischen Fehlers. Inhomogenität der Mischkrystalle. Optische Anomalien in optisch zweiaxigen Krystallen. Bei weiterer Betrachtung der Figur kann man wahrnehmen, dass die beobachteten Punkte etwas unterhalb der theoretischen Curve zu liegen scheinen. Wenn wir die Summe aller Abweichungen von der theoretischen Lage der beobachteten 24 Punkte nehmen, so ergibt sich, dass diese Summe für die oberhalb der Curve gelegenen Punkte gleich $18^\circ 30'$, für die unterhalb gelegenen gleich $26^\circ 15'$ ist. Dieser, wenn auch relativ kleine, Ueberschuss der nach unten gerichteten Abweichungen kann nicht ohne Ursache sein. Diese Ursache liegt in der unvollständigen Homogenität der Mischkrystalle. Eine Inhomogenität der Mischkrystalle constatirte ich öfters; sie ist am grössten für die in der Mitte gelegenen Procentgehalte der beiden Salze. In den äusseren Schichten finden wir immer einen kleineren Winkel, als in den inneren, so dass die äusseren Krystallschichten mehr Ammoniumsalz zu enthalten scheinen, als die inneren. Die Differenz beträgt manchmal

5⁰—6⁰. Man kann diese Inhomogenität auch mechanisch nachweisen, indem man den Mischkrystall in Methylenjodid äquilibrirt, dann ihn zerkleinert und die Splitter in dieselbe Flüssigkeit hineinwirft. Man sieht manche Splitter untersinken, andere emporsteigen und einige schweben. Das Verhalten verschiedenartiger Splitter ist sehr auffallend, und dabei sind die Splitter aus äusseren Schichten leichter als aus den inneren. Die letztere Thatsache hängt wahrscheinlich von dem grossen Unterschiede der Löslichkeit der beiden Salze ab, doch habe ich diese Erscheinung nicht näher verfolgt.

Die Untersuchung verschiedener Durchschnitte solcher Krystalle zeigt alle Erscheinungen, welche in sogenannten optisch anomalen Krystallen zu beobachten sind, nämlich Theilung in Felder, welche unabhängige Auslöschungsrichtungen besitzen, und deren Begrenzung im innigsten Zusammenhange mit den Umgrenzungsflächen des ganzen Krystalles steht, indem dieser von dem Anfangspunkte des Wachsthumes aus in Pyramiden zerfällt, welche Becke schlechthin »Anwachskegel« genannt hat; obwohl die Combination der Worte in dem Ausdrucke »Anwachspyramide« keinesfalls zu Missverständnissen zu führen im Stande ist, wäre es doch vielleicht besser, diese Körper einfach »Wachsthumspyramiden« zu nennen. Diese äusserliche Analogie zwischen den Mischkrystallen der Cäsium- und Ammonium-Magnesiumdoppelsulfate und den optisch anomalen Substanzen weist auf gemeinschaftliche Ursache der anomalen optischen Erscheinungen hin, welche sehr wahrscheinlich auf Spannungen bei der Krystallisation zurückzuführen ist. Es sind also die optischen Anomalien auch den optisch zweiaxigen Krystallen eigen, nur springen sie in diesem Falle nicht so in die Augen, wie in den einfacheren Fällen der isotropen oder optisch einaxigen Krystalle.

II.

Vom Gebrauche des stereographischen Netzes.

Alle Constructionen der stereographischen Projection werden in hohem Maasse durch ein Gebrauch eines stereographischen Netzes vereinfacht. Da solche Netze als Darstellungsmittel schon seit einigen Jahren in die krystallographische Praxis eingeführt worden sind, so genügt es, hier einige wesentliche Verbesserungen dieser graphischen Methode zu erläutern, welche ihr gewiss eine noch grössere Verbreitung sichern werden. Die wichtigste dieser Verbesserungen besteht darin, dass ich ein möglichst genau gearbeitetes Netz, auf welchem die Kreise in Entfernungen von je 2⁰ gezogen sind, auf lithographischem Wege herstellen liess und mich dieses, auf Carton aufgetragenen Netzes wie einer Schablone bediene, indem ich alle Zeichnungen auf Pauspapier, durch welches das Netz gut sichtbar ist, aus-

führe. Die Allgemeinheit der Anwendung des Netzes ist dabei durch die Beweglichkeit des Pauspapiers auf dem Netz bedingt. Ein solches Netz wurde in der lithographischen Anstalt von Glowczewski in Warschau mit vollständig ausreichender Genauigkeit gearbeitet und ist vom meridionalen Typus. Eine photographische Reproduction dieses Netzes ist vorliegender Abhandlung als Taf. II beigegeben. Dasselbe besteht aus einem Grundkreise von 2 dcm im Durchmesser, auf dem zwei entgegengesetzte Pole liegen, durch welche Meridiankreise im Abstände von 2^0 gezogen sind; ausser diesen Meridiankreisen sind noch die den Polen entsprechenden Parallelkreise in demselben gegenseitigen Abstände eingezeichnet. Es kann noch ein anderer Typus des Netzes gebraucht werden, in welchem die Parallelkreise concentrische Kreise und die Meridiane Durchmesser des Grundkreises sind, doch kann man diesen Typus nicht für die Constructionen verwenden; dazu ist dieser Typus des Netzes im ersten Typus vollständig enthalten.

Die Constructionen führt man, wie oben gesagt, auf einem Stücke Pauspapier aus, auf welchem man zu diesem Zwecke einen Kreis von 2 dcm im Durchmesser zieht und dessen Mittelpunkt anmerkt.

Da man auf dem Netze viele Kreise von sehr verschiedenen Durchmessern hat und dazu im Stande ist, auch die Kreise zwischen den auf das Netz aufgetragenen Kreisen zu interpoliren, so kann man alle nöthigen Kreise während der Construction auf dem Pauspapiere vom Netze aus freier Hand copiren; um dabei einen Kreis zur Deckung zu bringen, braucht man nur das Pauspapier auf dem Netze passend zu verschieben. Man kann also den Gebrauch eines Zirkels gänzlich vermeiden, und darin besteht der grosse Vorzug der Methode. Um den Gebrauch des Netzes näher zu erläutern, werde ich die Lösung von vier Grundaufgaben anführen.

1. Man soll einen Grosskreis ziehen, welcher durch zwei gegebene Pole geht. Man dreht das Pauspapier auf dem Netze, indem man darauf achtet, dass der Mittelpunkt des Grundkreises auf dem Pauspapiere denjenigen des Netzes immer deckt, bis die beiden Pole auf einen und denselben Meridian kommen. Die blosser Zählung der zwischen den Polen liegenden Parallelkreise giebt die gesuchte Entfernung. Diesen Kreis kann man aus freier Hand nachziehen. Eine solche Drehung des Pauspapiers, bei welcher die beiden Mittelpunkte sich decken, werde ich concentrische nennen.

2. Es ist der Pol zu einem Grosskreise zu finden. Man bringt diesen Kreis durch concentrisches Drehen des Pauspapiers in Coincidenz mit einem Meridian des Netzes und sucht auf dem Aequator des Netzes einen Punkt auf, welcher um 90^0 von dem auf dem Aequator liegenden Punkte des gegebenen Grosskreises entfernt ist.

Die Umkehrung der Aufgabe besteht darin, dass man durch concen-

trisches Drehen den gegebenen Pol auf den Aequator des Netzes bringt und denjenigen Meridian nachzeichnet, welcher durch den Punkt des Aequators geht, welcher um 90° vom gegebenen Pole absteht.

3. Es ist der geometrische Ort aller Punkte zu finden, welche um die gegebene Anzahl Grade vom gegebenen Pole entfernt sind.

Der gesuchte Ort ist ein Kleinkreis. Um ihn zu finden, genügt es, drei auf diesem Kreise liegende Punkte zu bestimmen. Bei der zufälligen concentrischen Lage der Zeichnung bestimmen wir auf dem durch den gegebenen Pol gehenden Meridiankreise einen Punkt, welcher um den gegebenen Abstand von diesem Pole entfernt ist. Dann drehen wir die Zeichnung um einen beliebigen Betrag concentrisch; dabei kommt der Pol auf einen anderen Meridian zu liegen, und auf diesen Meridian tragen wir wie oben den zweiten Punkt des gesuchten Kreises auf. Nun ist die Drehung der Zeichnung noch einmal zu wiederholen, um noch den dritten Punkt zu bestimmen. Theoretisch genügen diese drei Punkte, praktisch ist es aber vortheilhaft, mehr Punkte zu bestimmen. Zuletzt verschieben wir die Zeichnung auf dem Netze, um aufzusuchen, welcher von den Parallelkreisen am genauesten durch die so gefundenen Punkte geht, und zeichnen diesen Parallelkreis nach, indem wir durch passendes (excentrisches) Drehen der Zeichnung den Kreis zum Schliessen bringen.

4. Es ist die Projectionsebene zu vertauschen. Durch concentrisches Drehen bringen wir den Pol der neuen Projectionsebene auf den Aequator des Netzes und bestimmen dessen Entfernung von dem Mittelpunkte. In der neuen Lage soll dieser Pol sich im Mittelpunkte der Zeichnung befinden. Indem wir ihn also nach dem Mittelpunkte verschieben, müssen alle anderen Punkte der Kugeloberfläche auf ihren Parallelkreisen um eben soviel und in derselben Richtung verschoben werden. Um die Zeichnung sauberer zu machen, kann man auf sie ein reines Stück Pauspapier legen und darauf die neuen Lagen der Punkte zeichnen: man ist im Stande, die Theile des Netzes durch mehrfach geschichtetes Pauspapier deutlich zu sehen und zu zählen.

Die Anwendung der Methode ist so einfach und mannigfaltig, dass ich sie mit Erfolg in die Uebungen meiner Schüler eingeführt habe, welche mit einem einfachen kreislosen Anlagegoniometer, dessen Schenkel lang genug sind, um die Winkel dem Netze zu entnehmen, grosse Krystalle messen, die stereographische Projection derselben construiren und darauf das Grundgesetz der Krystallographie in der Form der Rationalität der Cosinusse und des Zonenverbandes constatiren.

Auch ist dieses Netz sehr brauchbar beim Zeichnen der parallelperspectivischen Abbildung der Krystalle nach einer Methode, die von mir

schon längst bei den Uebungen der Studirenden verwendet worden war und welche neulich Stöber unabhängig davon gefunden und publicirt hat¹⁾.

Die Genauigkeit der Methode. Um die Genauigkeit der von mir vorgeschlagenen Construction auf dem Pauspapiere zu schätzen, führe ich eine Reihe von Winkeln zwischen den Polen an, welche aus den Messungen mit dem Theodolithgoniometer berechnet worden sind; diese Winkel sind nun mit den auf dem Pauspapiere gemessenen Winkeln verglichen.

Berechnet:	Gemessen:	Differenz:	Berechnet:	Gemessen:	Differenz:
55° 6'	55°	+ 6'	47° 33'	47°	+ 33'
67 50	68	+ 10	25 44	26	— 49
38 24	39	— 36	24 46	22	— 44
70 50	74	— 40	52 2	52	+ 2
69 55	70	— 5	45 36	45	+ 36
46 35	47	— 25	56 42	57	— 18
86 38	87	— 22	43 47	43	+ 47
63 3	63	+ 3	42 42	42	+ 42
47 24	48	— 39	50 20	50	+ 20

Der mittlere Fehler einer einzelnen Messung ist $\pm 28'$, also durchschnittlich $\frac{1}{2}^\circ$.

Vermeidung des Pauspapieres durch den Gebrauch des Dreispitzzirkels. Man kann eine noch grössere Genauigkeit in den Messungen mit dem Netze erreichen, wenn man sich des von Hrn. Riefler construirten dreispitzigen Zirkels bedient. Nehmen wir an, es seien auf dem Netze selbst mit grosser Sorgfalt — und es kann dies bis auf $\frac{1}{4}^\circ$ genau gemacht werden — die Pole aufgetragen, deren sphärische Coordinaten z. B. durch die Messungen mit dem Theodolithgoniometer gegeben sind. Wenn es sich nun um die Messung der sphärischen Distanz zweier dieser Punkte handelt, so stechen wir in diese Punkte die Spitzen zweier Schenkel des Zirkels und die des dritten in's Centrum des Netzes ein. Wenn wir jetzt den Zirkel um den letzteren Schenkel so herumdrehen, dass die zwei anderen Schenkelspitzen auf einen Meridiankreis kommen, so können wir nach den Parallelkreisen die gesuchte sphärische Distanz der Punkte direct ablesen. Da nun die Einstellung des Zirkels bis auf $\frac{1}{4}^\circ$ genau geschehen kann, so ist damit eine grössere Genauigkeit gesichert, als mit dem Pauspapiere, welches sich während der Arbeit leicht krümmt und wegen seiner nicht unbeträchtlichen Dicke eine Parallaxe giebt. Wenn man in Erwägung zieht, dass alle Constructionsaufgaben sich auf die Messung und Construction der sphärischen Distanz zurückführen lassen, so ist damit die Bedeutung des Gebrauches des Dreispitzzirkels vollständig nachgewiesen. Die grössere Genauigkeit aber

4) Bulletin de la société franç. de Min. 4899, p. 42—60. Diese Zeitschr. 34, 624 f.
Groth, Zeitschrift f. Krystallogr. XXXVI.

wird hier auf Kosten der Schnelligkeit und Handlichkeit erreicht, welche Eigenschaften die Constructionen auf dem Pauspapiere ganz besonders auszeichnen.

Um die Genauigkeit der Construction mit dem dreispitzigen Zirkel zu zeigen, werde ich eine Reihe von 18 Beobachtungen anführen.

Berechnet:	Gemessen:	Differenz:	Berechnet:	Gemessen:	Differenz:
43° 26'	43½°	— 4'	47° 24'	47½°	+ 6'
39 59	39½	+ 29	47 18	47½	— 12
34 44	35	— 19	67 54	67½	+ 24
90 0	90½	— 30	90 0	90	± 0
37 8	37½	— 22	64 49	64½	+ 19
55 7	54½	+ 37	52 3	52	+ 3
53 0	52½	+ 30	26 36	27	— 24
90 0	90½	— 30	65 44	66	— 19
24 47	24½	— 13	90 0	90	± 0

Das giebt den mittleren Fehler $\pm 20'$, was eben der oben erwähnten Genauigkeit der Einstellung entspricht ($15' \times \sqrt{2} = \pm 21'$).

III.

Von der Lage der optischen Axen in den isomorphen Mischkrystallen.

Die Isopolarisationsfläche und -Curve. Im Jahre 1895 gab Herr M. Michel Lévy¹⁾ ein Verfahren an zur Bestimmung einer conischen Fläche, deren Erzeugende gewisser Art den geometrischen Ort der optischen Axen für eine Reihe von isomorphen Mischungen zweier gegebener Krystalle repräsentiren. Alle Erzeugenden dieser conischen Fläche haben die Eigenschaft, dass die längs ihnen sich fortpflanzenden Strahlenpaare in beiden Krystallen dieselben Polarisationsebenen besitzen; mit anderen Worten: nach diesen Richtungen haben die beiden Krystalle dieselbe Orientirung der Hauptschnitte (selbstverständlich bezogen auf dieselben Krystallrichtungen, welche als gemeinschaftliche Coordinaten für beide Krystalle gewählt sind). Diese Fläche wollen wir »Isopolarisationsfläche« und deren Durchschnittslinie mit der um den Scheitelpunkt construirten Kugel »Isopolarisationscurve« nennen.

Hier werde ich eine einfache und empfindliche Methode beschreiben, die Isopolarisationscurve für zwei Krystalle graphisch darzustellen (Fig. 6). Mögen A_1 und B_1 zwei zu den optischen Axen senkrechte Ebenen (Kreisschnitte) für einen Krystall und A_2 und B_2 für den anderen darstellen.

¹⁾ Bulletin de la société française de Minéralogie 18, 79—94. Diese Zeitschr. 1896, 27, 613.

Nach der bekannten Fresnel'schen Construction finden wir für eine Ebene \hat{S} im ersten Krystalle die Hauptschnitte (Auslöschungsrichtungen), indem wir den Winkel $a_1 b_1$ innerlich und äusserlich halbiren. Diese Construction ist so

zu sagen polar zu der eigentlichen Fresnel'schen. Für den zweiten Krystall ist der Winkel $a_2 b_2$ zu halbiren. Sollen die Hauptschnitte in beiden Krystallen zusammenfallen, so müssen auch die Bögen $a_2 b_1$ und $a_1 b_2$ einander gleich sein. Der Pol eines solchen Schnittes wird auf der Isopolarisationscurve liegen. Die Idee dieser Construction lässt sich mittelst des stereographischen Netzes, als Schablone angewendet, folgendermassen verwirklichen. Man legt concentrisch auf das Netz ein Stück Pauspapier, auf welchem die Kreisschnitte A_1 , A_2 , B_1 und B_2 aufgezeichnet sind, und für eine zufällige Lage der Pole des Netzes P_1 und P_2 findet man einen solchen Meridiankreis $P_1 S P_2$, welcher die aufgestellte Bedingung erfüllt, für welchen also $a_2 b_1 = a_1 b_2$ ist, was durch einfache Zählung der Parallelkreise erzielt wird. Nachdem der Meridian aufgefunden ist, markirt man seinen Pol s auf dem Aequator $E_1 E_2$ des Netzes, und damit ist ein Punkt der Isopolarisationscurve gefunden. Dann drehe man concentrisch das Pauspapier um den Mittelpunkt des Netzes, z. B. um 50° , und findet für die neue Lage der Pole $P_1 P_2$ einen neuen Meridian S , der den obigen Bedingungen entspricht u. s. w. Es bleibt nur übrig, die gefundenen Punkte s durch eine stetige Linie zu verbinden. Da die relativen Längen der Bögen $a_2 b_1$ und $a_1 b_2$ sich gewöhnlich sehr rasch mit der Lage von S ändern, so ist dadurch die Lage von S resp. s mit grosser Schärfe fixirt. Längs der Isopolarisationscurve herrscht die Bedingung, dass entweder $\mu_1 = \mu_2$ oder

$\mu_1 = \mu_2 \pm \frac{\pi}{2}$ ist. Die Curvenstrecken, für welche diese Bedingungen be-

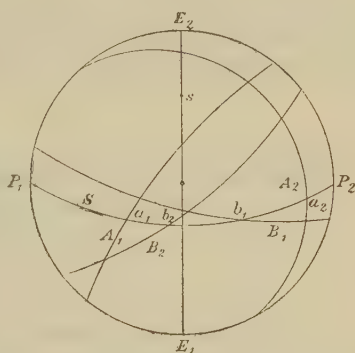
stehen, werden durch je eine optische Axe getrennt, so dass zwischen zwei auf einem Zweige der Curve liegenden Axen in einem Axenwinkel die eine Bedingung, in dem benachbarten die andere zu erfüllen ist. Wenn wir diese Bedingungen in die Formel (13) einführen, so erhalten wir

$$\pm \delta = x_1 \delta_1 + x_2 \delta_2 \quad (15)$$

$$\text{und} \quad \pm \delta = x_1 \delta_1 - x_2 \delta_2. \quad (16)$$

Auf der Strecke der Isopolarisationscurve, welche der Bedingung (16) entspricht, kann für irgend einen Punkt bei passender Zusammensetzung der Mischung, wenn $x_1 \delta_1 = x_2 \delta_2$ ist, δ gleich Null werden, und damit ist

Fig. 6.



das Vorhandensein einer durch diesen Punkt gehenden optischen Axe für diese Mischung festgestellt. In welchem Punkte der Curve aber diese Axe zu placiren ist, kann nur dann entschieden werden, wenn man die Vertheilung der δ_i für beide Krystalle auf der Kugel kennt. Wir werden deshalb eine zu diesem Zwecke dienende Construction erörtern, welche ebenfalls auf dem Gebrauche des stereographischen Netzes beruht.

IV.

Anwendung des stereographischen Netzes für die Construction der Curven gleichen Gangunterschiedes.

Diese Curven haben für schwach doppelbrechende Medien die Gleichung

$$\sin \alpha_1 \sin \alpha_2 = \text{const.}, \quad (17)$$

wo die Winkel α den Abstand eines Punktes auf der Curve von der entsprechenden optischen Axe bedeuten. Die Form der Curven ist wesentlich von der Grösse des Axenwinkels abhängig.

Ich habe ein für alle Mal die nachstehende Tabelle (S. 21) berechnet, welche für einen bestimmten, in der ersten Columnne stehenden Werth der Constante (die nacheinander gleich 0,4, 0,2, 0,3, . . . 0,7, 0,75 . . . 0,95 gesetzt ist) und für einen bestimmten in der ersten horizontalen Reihe stehenden Winkel α_1 den anderen Winkel α_2 angiebt. Die beiden Winkel sind in ganzen Graden ausgedrückt, da die Construction bis auf einen Grad genau auszuführen ist.

Ich copire ferner ein für alle Mal auf einem Stück Pauspapier die Parallelkreise der einen Hälfte des Netzes, von einem Pole bis zum Aequator. Diese durchsichtige Copie lege ich concentrisch auf das Netz und zwar so, dass der Pol der Copie um den Betrag des Axenwinkels von dem Pole des Netzes entfernt ist. Nachdem die Copie in dieser Lage durch ein Paar Reissbrettnägel fixirt ist, habe ich in dem für die Construction nöthigen Quadranten ein Doppelnetz von Parallelkreisen, welches sehr gut durch ein darauf gelegtes Stück reines Pauspapier sichtbar ist. Dieses Doppelnetz giebt die Winkel α_1 und α_2 von den Polen, welche am Umfange der Projectionskreise liegen und voneinander um den Axenwinkel abstehen. Es bleibt jetzt nur übrig, die dem gegebenen Werthe der Constante entsprechenden Winkelpaare aufzutragen und die so erhaltenen Punkte durch eine stetige Curve zu verbinden. Man erhält auf diese Weise die Projection der Curvenschaar (17) auf die optische Axenebene. Wir bekommen zwar nur einen mit Curvensegmenten bedeckten Quadranten, es sind aber die drei übrigen Quadranten zu jenem symmetrisch, und bei der Reinzeichnung auf einem neuen Stück Pauspapier können diese übrigbleibenden Quadranten ausgefüllt werden.

Um den Werth der Doppelbrechung längs einer dieser Curven zu be-

[illegible]

stimmen, multiplicirt man den Werth des dieser Curve entsprechenden Constantenbruchtheiles mit der maximalen Grösse der Doppelbrechung δ_0 für die betreffende Substanz.

Man kann jetzt leicht die Projectionsebene nach der oben auseinander-gesetzten Methode (S. 46) beliebig vertauschen.

V.

Eine Vorrichtung zur Herstellung genau orientirter Krystallplättchen.

Diese Vorrichtung bildet einen kleinen Nebenapparat für das Theodolith-goniometer System Czapski und ist nach meinen Angaben von dem Me-

Fig. 7.



chaniker R. Fuess in Berlin hergestellt worden. Sie ist in Fig. 7 schematisch abgebildet. Der Apparat besteht aus einer Hülse, welche auf den Collimatortubus von der Seite des Objectives aufgesteckt wird. Diese Hülse ist mikrometrisch (die Vorrichtungen für die mikrometrische Bewegung sind in der Figur fortgelassen) um die Collimatoraxe drehbar (erste Drehung). Mit dieser Hülse ist eine Stange fest verbunden, welche parallel der Collimatoraxe gegen den Krystallträger gerichtet ist. Auf dem Niveau der Axe des Verticalkreises trägt diese Stange ein Plättchen, das grob und mikrometrisch um eine Axe drehbar ist, welche zur Stange senkrecht verläuft und zugleich in der Ebene des Plättchens liegt (zweite Drehung). Das Plättchen ist von hufeisenförmiger Gestalt, so dass der zu beobachtende Krystall von dem Plättchen umgeben wird und der Krystallträger, wenn das Plättchen sammt dem Collimator um die Axe des Vertical-

kreises gedreht wird, ganz lose durch den Ausschnitt des Plättchens hindurchgehen kann. Auf dieses Plättchen, welches aus Metall gearbeitet ist, wird ein Glasplättchen aufgelegt, welches mittelst zweier obenerwähnter Drehungen in solche Lage gebracht wird, dass man im Fernrohre das im Glasplättchen gespiegelte Bild des Collimatorsignals mitten im Gesichtsfelde sieht. Dieses Bild bleibt centriert bei jeder Lage des Verticalkreises, welcher im Czapski'schen Goniometer ein starres System mit dem Collimator und mit dem Fernrohre bildet.

Als dann wird das Glasplättchen entfernt und ein Krystall auf den Krystallträger aufgesetzt. Es möge angenommen werden, wir wollen einen Schliff parallel einer am Krystalle vorhandenen Fläche machen, die aber beliebig klein sein mag. Wir stellen auf diese Fläche ein, indem wir das von ihr reflectirte Signal anvisiren. Dann bringen wir den Krystall durch Emporschrauben der inneren Axe auf solche Höhe, dass er mit der oberen Fläche

des Metallplättchens fast in Berührung kommt, doch um sehr wenig unterhalb dieser Fläche bleibt. Hierauf versehen wir das Glasplättchen mit einem Tropfen leicht schmelzenden Kittes (eine Mischung von 4 Theil Kolophonium und 4 Theile Wachs schmilzt bei etwa 52° und ist dazu ganz geeignet) und legen es, mit dem geschmolzenen Kite gegen den Krystall gekehrt, auf das Metallplättchen auf. Um das Herabgleiten des Glasplättchens bei der geneigten Lage des Apparates zu verhindern, ist das Metallplättchen mit Vorsprüngen versehen. Durch den erstarrenden Kitt wird der Krystall mit der Glasplatte fest verbunden und zwar so, dass die visirte Fläche parallel der Ebene des Glasplättchens bleibt, was eben zu erzielen war. Man kann jetzt den Krystall vom Krystallträger abnehmen, auf dem Glasplättchen mit einigen weiteren Tropfen Kitt noch besser fixiren und dann sammt dem Glasplättchen auf dem Apparate zum Planparallelschleifen anbringen.

Die Richtung, nach welcher man einen Schliff anfertigen will, braucht aber auf dem Krystalle nicht etwa durch eine Krystallfläche, wie oben angenommen worden war, markirt zu sein. Da der Krystall auf dem Theodolithgoniometer sich befindet, so kann die Lage einiger Leitflächen durch ihre Längen und Breiten bestimmt werden und daraus (zwei oder im allgemeinsten Falle drei Leitflächen genügen) die gewünschte Lage der beiden Goniometerkreise entweder durch die Rechnung, oder, was praktisch immer ausreichend genau ist, durch Construction vermittelt des stereographischen Netzes gefunden werden. Ich habe auf solche Weise mehrere Schnitte senkrecht zur optischen Bisectrix gemacht, wobei die Lage derselben durch die Hilfskrystallflächen angegeben war, und die Schriffe erwiesen sich etwa auf 4° genau orientirt.

Eine Beleuchtungsvorrichtung zum Czapski'schen Theodolithgoniometer. Es dürfte nicht überflüssig sein, hier auch eine Vorrichtung zur Beleuchtung des beweglichen Collimators der Czapski'schen Goniometer mit einer feststehenden Lichtquelle zu beschreiben, welche mir viel praktischer zu sein scheint, als die bisher benutzte Beleuchtung durch ein kleines elektrisches Glühlämpchen, welches in das Collimatorrohr eingesteckt wird. Man hat viel sicherere Beleuchtung, wenn man die (beliebige) Lichtquelle in die Verlängerung der horizontalen Axe des Verticalkreises bringt, was beim Vorhandensein einer Durchbohrung dieser Axe im Goniometer, durch welche man die Lichtquelle visiren kann, leicht zu erreichen ist. An der Stelle des Glühlämpchens steckt man auf den Collimator, der in einer verticalen Ebene drehbar ist, eine kleine Hülse auf, welche im Inneren eine Linse trägt. Diese Linse giebt im Inneren des Collimators an der Stelle, wo sich früher der glühende Faden des elektrischen Lämpchens befand, das Bild der Lichtquelle, deren Strahlen zu diesem Zwecke durch einen am oberen Ende der Hülse drehbar angebrachten Spiegel passend auf die Linse gerichtet werden. Beim Drehen des Verticalkreises sammt dem Collimator

bleiben die auf den Spiegel von der Lichtquelle einfallenden Strahlen auf einem Conus liegen, und die Beleuchtung der Linse bleibt bei jeder Lage des Verticalkreises dieselbe. Für jeden Abstand der Lichtquelle muss die Beleuchtung des Collimatorsignals durch Neigen des Spiegels und durch Verschieben der ganzen Hülse auf dem Collimator regulirt werden. Eine noch bessere und gleichmässigere Beleuchtung des Collimators erzielt man durch Ersetzung des gewöhnlichen Spiegels der vorigen Einrichtung durch einen Concavspiegel und Entfernung aller Linsen zwischen dem Spiegel und dem Collimatorspalte. Bei dieser Disposition entwirft der Concavspiegel das verkleinerte Bild der Lichtquelle unmittelbar in der Ebene des Collimatorspaltes, und man muss nur darauf achten, dass dieses Bild den ganzen Spalt gleichmässig beleuchtet. Zu diesem Zwecke muss die Lichtquelle eine genügende Breite haben (z. B. die eines Auer'schen Brenners oder einer Glühlampe mit mattirter Umhüllung); auch muss der Spiegel eine genügende Brennweite (ca. 7—8 cm) haben¹⁾.

VI.

Das optische Verhalten der Mischkrystalle parallel den optischen Axen der die Mischung bildenden Krystalle.

Parallel der optischen Axe ist die Grösse der Doppelbrechung gleich Null; wenn wir also aus einem Mischkrystalle eine Platte von der Dicke 1 schneiden, welche senkrecht zu einer optischen Axe eines den Mischkrystall bildenden Krystalles steht, so wird das entsprechende δ_i , z. B. δ_2 , gleich 0, und wir bekommen für den Fall zweier Stoffe, dass

$$\delta = \alpha_1 \delta_1 \quad (48)$$

ist. Das heisst: Parallel einer optischen Axe des einen Krystalles ist die Grösse der Doppelbrechung des Mischkrystalles proportional der Menge und der Grösse der Doppelbrechung des anderen Krystalles. Man beobachtet also in der Mischung nach der erwähnten Richtung so zu sagen die Eigenschaft nur einer Componente der Mischung, die zweite Componente verdünnt gewissermaassen diese Eigenschaft je nach ihrer Menge. Diese Folgerung lässt sich mit dem oben beschriebenen Apparate zur Herstellung orientirter Schlitze sehr gut prüfen. Ich habe diese Prüfung an den früher schon untersuchten Doppelsulfaten von Ammonium und Magnesium resp. von Cäsium und Magnesium ausgeführt.

Man bemerkt sofort, dass überhaupt vier Richtungen in den Mischkrystallen existiren, welche der Bedingung (48) entsprechen, da je ein Paar optischer Axen für jeden der sich mischenden Krystalle existirt. Doch ist

¹⁾ Diese Vorrichtung wird von der Firma Fuess den von ihr gelieferten Theolithgoniometern neuester Construction beigegeben.

nicht jede dieser Richtungen für die Prüfung der in Rede stehenden Gesetzmässigkeit geeignet. Am günstigsten ist eine solche Richtung, welche in einer Componente einer optischen Axe, in der anderen aber dem Maximum der Doppelbrechung entspricht. Für die gewählten Salze erfüllt diese Bedingung die Richtung jener optischen Axe des Salzes $(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, welche im Winkel der Normalen zu (100) und (001) liegt und mit der Normalen zu (100) den Winkel 5° bildet.

Es wurden daher drei Plättchen senkrecht zu dieser Richtung aus Mischkrystallen von verschiedener Zusammensetzung geschnitten und am Babinet'schen Compensator gemessen. Folgende Tabelle stellt die Resultate zusammen.

Menge des $\text{Cs}_2\text{Mg}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ in Volumprocenten	δ		Differenz
	beobachtet	berechnet	
100 0/0	0,0049	—	—
62	0,0029	0,0030	+0,0001
50	0,0027	0,0024	—0,0003
29	0,0015	0,0014	—0,0001
0	0,0000	—	—

Diese Zahlen reichen, meiner Meinung nach, vollständig aus, um die Richtigkeit der Gesetzmässigkeit (48) zu bestätigen. Hier finden wir auch die Bestätigung der oben schon gemachten Schlussfolgerung, dass die optischen Eigenschaften der isomorphen Mischungen sich proportional den Volumen der Componenten ändern, da, wenn wir die Proportionalität der Massen zulassen, wir für die berechneten Werthe von δ 0,0035, 0,0030 und 0,0019 erhalten, also eine grosse systematische Abweichung von der beobachteten.

VII.

Anwendung auf die Plagioklasse.

Die eben erläuterten Eigenschaften isomorpher Mischungen kann man leicht und genau für die Lösung der klassisch gewordenen Frage über die Natur der Plagioklasse verwenden. Die optischen Eigenschaften dieser Mineralreihe sind von verschiedenen Forschern eingehend studirt worden, so dass man zur Zeit über ein reiches, genau untersuchtes Material in der Literatur verfügt.

Ich werde meine Prüfungen ausschliesslich auf jene sieben Plagioklasse anwenden, welche auf den bekannten Projectionen von Michel Lévy¹⁾ abgebildet sind.

1) A. Michel Lévy, Études sur la détermination des Feldspaths, Paris 1894 et 1896 (deuxième fascicule). Diese Zeitschr. 1896, **26**, 316 und 1897, **29**, 692.

Elimination des reinen Albit und Anorthit. Der Lösung der obigen Frage stellt sich eine Schwierigkeit entgegen, die darin besteht, dass wir nicht genau die Eigenschaften der Endglieder der Reihe kennen. Diese Schwierigkeit ist aber nur eine scheinbare: wir können als Endglieder zwei willkürlich genommene Mischungen nehmen und alle dazwischen stehenden Mischungsglieder auf jene beziehen. Das geht daraus hervor, dass die optischen Constanten der Mischungsglieder lineare Functionen derjenigen der Endglieder sind, und indem wir statt der Endglieder zwei der intermediären Glieder setzen, führen wir eine lineare Transformation aus, welche die Form der Function nicht beeinflusst. Wir werden also im Folgenden die sieben Plagioklasse, welche auf den Tafeln von M. Lévy¹⁾ abgebildet sind, von unserem Standpunkte aus untersuchen und die Plagioklasse I und VII, welche die Zusammensetzung $Ab_{98}An_2$ und Ab_4An_{96} haben, als Endglieder der Reihe betrachten. Auf diese bezogen, haben die anderen Plagioklasse von M. Lévy folgende in Volumprocenten ausgedrückte Zusammensetzung:

II.	I ₁₆	VII ₈₄
III.	I _{26,5}	VII _{73,5}
IV.	I _{32,5}	VII _{67,5}
V.	I ₄₆	VII ₅₄
VI.	I _{60,5}	VII _{39,5}

Für die Berechnung der Volumprocente sind dabei die Grössen der specifischen Gewichte 2,62 für den Albit und 2,75 für den Anorthit angenommen, jedoch sind die Schwankungen in der dritten Decimalstelle für das Resultat ohne merklichen Einfluss.

Auf der Pauspapiertafel III ist die Curvenschaar $\sin \theta' \sin \theta'' = \text{const.}$ für den Plagioklas I und auf der folgenden Tafel IV diejenige für den Plagioklas VII nach der oben angeführten graphischen Methode abgebildet, und zwar in stereographischer Projection auf die optische Axenebene. Die Tafel V enthält die Curvenschaaren für beide Substanzen, projecirt auf die Ebene der Zone [001]. Die ausgezogenen Curven gehören dem Plagioklas I und die punktirten dem Plagioklas VII an. Auf derselben Tafel ist auch die aus zwei Zweigen bestehende Isopolarisationscurve in der oben angegebenen Weise gezeichnet. Von dieser Curve ist stärker und ausgezogen derjenige Theil gezeichnet, welcher dem geometrischen Orte der optischen Axen der Mischkrystalle entspricht. Der übrige Theil dieser Curve ist stark punktirt. Die theoretischen Orte der optischen Axen sind durch kleine Kreise und die beobachteten durch Kreuzchen angedeutet. Die theoretischen Orte der Axen bestimmt man folgendermassen: Wenn wir den Werth derjenigen Curven gleichen Gangunterschiedes für die Endglieder der Mischungsreihe, welche durch die Axen der Mischung von der Zusammensetzung

1) loc. cit.

α_I und α_{VII} gehen, durch ε_I und ε_{VII} angeben, und wenn wir die maximale Grösse der Doppelbrechung \mathcal{A}_I und \mathcal{A}_{VII} nennen, so muss folgende Bedingung erfüllt werden:

$$\alpha_I \mathcal{A}_I \varepsilon_I = \alpha_{VII} \mathcal{A}_{VII} \varepsilon_{VII}. \quad (19)$$

Daraus haben wir für die fünf dazwischen liegenden Plagioklase die Werthe des Verhältnisses $\varepsilon_I/\varepsilon_{VII}$:

II 0,26, III 0,49, IV 0,65, V 1,15, VI 2,07.

Man kann jetzt leicht auf der Isopolarisationscurve die Stellen aufsuchen, welche diesen Werthen des Verhältnisses der aufgetragenen Functionen $\sin \theta' \sin \theta'' = \text{const.}$ für beide Substanzen I und VII entsprechen.

Man sieht, dass die so erhaltenen Orte der optischen Axen zu weit von den beobachteten liegen, um die Abweichungen durch die Beobachtungsfehler erklären zu können. Der Unterschied beträgt im Maximum 12° . Es ist bemerkenswerth, dass die kleinste Abweichung auf die Labradorite fällt.

Die auseinandergesetzte Methode der Prüfung auf Isomorphismus ist nichts anderes, als die erweiterte und vervollkommnete Methode von Michel Lévy.

Jetzt gehen wir zu der zweiten Methode über, welche auf der Anwendung der Eigenschaft der Richtungen beruht, welche parallel den optischen Axen der die Mischung bildenden Substanzen verlaufen und welche im Abschnitte VI dieses Aufsatzes erläutert worden ist.

Zu diesem Zwecke entnehme ich die Daten demselben Werke von M. Lévy. Von den vier möglichen Richtungen sind in diesem Falle nur zwei der Prüfung günstig, nämlich die Axen, welche auf demjenigen Zweige der Isopolarisationscurve liegen, welcher einem Grosskreise sich nähert. Diese beiden Axen liegen nämlich weit genug von einander und, was sehr wichtig und günstig ist, es entspricht jeder der Axen in einer Substanz die Stelle von beinahe grösster Doppelbrechung in der anderen.

Die Daten von M. Lévy führen zu folgender Tabelle.

Nr. des Plagioklas	$\mathcal{A} \times 10^{-4}$ Maximum	Parallel der Axe von I			Parallel der Axe von VII.		
		Winkel mit beiden optischen Axen		$\mathcal{A} \times 10^{-4}$	Winkel mit beiden optischen Axen		$\mathcal{A} \times 10^{-4}$
I.	90	„	„	„	84	79	86
II.	72	82°	23°	28	78	84	70
III.	68	85	34	35	74	83	64
IV.	65	84	44	44	57	86	54
V.	68	76	57	55	44	92	47
VI.	72	76	73	67	27	95	32
VII.	424	79	66	408	„	„	„

Der maximale Werth von \mathcal{A} ist der Tafel XIII von Michel Lévy entnommen.

Fig. 2 auf Tafel I zeigt die so erhaltenen Werthe von \angle graphisch durch Punkte angegeben, welche, wie man leicht bemerkt, auf zwei Geraden liegen. Die Methode der kleinsten Quadrate giebt für diese Geraden die Gleichungen:

$$y = -0,858 x + 85$$

$$y = 0,946 x + 11.$$

Die erste Gleichung giebt für $x = 100$, $y = -0,8$, was sehr nahe der Bedingung des Isomorphismus entspricht. Die zweite aber giebt für $x = 0$, $y = 11$, so dass die Gerade die Coordinatenaxen weit vom Anfange schneidet, und die Bedingung des Isomorphismus ist keineswegs erfüllt.

Die beiden Prüfungsmethoden führen also zu dem gemeinsamen Resultate, dass die Plagioklase keine isomorphe Reihe bilden, weil sie den Gesetzen, welche für solche theoretisch begründet und experimentell geprüft worden sind, nicht folgen, obwohl sie ihnen qualitativ sehr nahe kommen.

Es ist noch interessant, die theoretischen Grössen des Axenwinkels mit den Erfahrungsgrössen desselben zu vergleichen. Die folgende kleine Tabelle giebt die Zusammenstellung der beiderlei Grössen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Messung:	77°	94°	83°	90°	106°	106°	82°
Construction:	77	97	100	104	106	104	82

Die beiden Reihen stimmen durchaus nicht überein, da die Zahlen der ersten Reihe dreimal, die der zweiten aber zweimal den Werth 90° annehmen. Dazu übertreffen die Unterschiede von 17° und 14° jeden denkbaren Beobachtungs- und Constructionsfehler.

II. Ueber den Gang der Rechnung in der Theodolithmethode.

Von

Georg Wulff in Warschau.

(Hierzu Taf. VI und VII und 4 Textfigur.)

1. Es soll im Folgenden nachgewiesen werden, dass alle Rechnungen in der Theodolithmethode sich auf zwei Grundaufgaben reduciren lassen, nämlich:

1) Es ist der Winkel zwischen zwei Punkten auf der Kugel p_1 und p_2 aus deren Polardistanzen φ_1 und φ_2 und deren Längen λ_1 und λ_2 zu berechnen, und

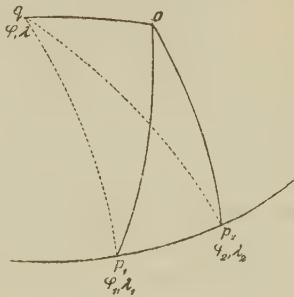
2) es sind die sphärischen Coordinaten des Poles q eines Grosskreises zu bestimmen, der durch zwei gegebene Punkte p_1 und p_2 geht.

Die erste Aufgabe wird durch die Cosinusformel

$$\cos(p_1, p_2) = \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 + \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos(\lambda_1 - \lambda_2) \quad (a)$$

gelöst¹⁾; der zweiten werden wir folgende Lösung geben:

Es sei o der Pol der Kugel, die sphärischen Coordinaten der Punkte (Pole) p_1 und p_2 seien φ_1, λ_1 und φ_2, λ_2 ; es sei ferner q der Pol des Kreises $p_1 p_2$. Es werden die Coordinaten φ, λ dieses Poles q gesucht. Aus den sphärischen Dreiecken $q o p_1$ und $q o p_2$ hat man, da $(q, p_1) = (q, p_2) = \frac{\pi}{2}$ ist:



1) Ich wähle die Bezeichnung des Winkels (p_1, p_2) , um anzudeuten, dass es sich viel mehr um den Winkel zwischen zwei Richtungen im Krystalle, als um einen Bogen $p_1 p_2$ handelt.

$$\cos(q, p_1) = 0 = \cos \varphi \cos \varphi_1 + \sin \varphi \sin \varphi_1 \cos(\lambda_1 - \lambda),$$

$$\cos(q, p_2) = 0 = \cos \varphi \cos \varphi_2 + \sin \varphi \sin \varphi_2 \cos(\lambda_2 - \lambda).$$

Diese Gleichungen, aufgelöst für λ , geben

$$\operatorname{tg} \lambda = - \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 \cos \lambda_1 - \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \lambda_2}{\operatorname{tg} \varphi_1 \sin \lambda_1 - \operatorname{tg} \varphi_2 \sin \lambda_2}. \quad (b)$$

Nachdem λ gefunden und sein Werth in eine der obigen Gleichungen (z. B. in die erste) eingesetzt ist, finden wir:

$$\cotg \varphi = - \operatorname{tg} \varphi_1 \cos(\lambda_1 - \lambda). \quad (c)$$

Damit sind die gesuchten Grössen φ und λ bestimmt. Man kann der Formel für $\operatorname{tg} \lambda$ eine für die Rechnung mit Logarithmen bequeme Gestalt geben, indem man für den ersten Meridian $\frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2}$ wählt. Dann werden

die Längen der Punkte p_1 und p_2 zu $-\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}$ und $+\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}$. Nachdem man diese Längen in (b) eingesetzt hat, erhält man

$$\operatorname{tg} \lambda' = \frac{\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg} \varphi_1 + \operatorname{tg} \varphi_2} \cotg \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}$$

$$\text{oder} \quad \operatorname{tg} \lambda' = \frac{\sin(\varphi_1 - \varphi_2)}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)} \cotg \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}. \quad (b')$$

Dabei ist es rathsam, um jede Zweideutigkeit in der Bestimmung von λ aufzuheben, die Rechnung durch die stereographische Projection zu controliren. Die einfache Methode, diese Projection zu entwerfen, welche zugleich bis auf einen Grad genaue Messungen gestattet, ist in dem vorhergehenden Aufsätze auseinandergesetzt worden (S. 144).

2. Das Resultat der Messungen in der Theodolithmethode besteht in einer Tabelle der sphärischen Coordinaten der Krystallflächen. Nehmen wir vorläufig an, dass unter diesen Krystallflächen sich die Axenebenen ($\overline{1}00$), ($0\overline{1}0$) und ($00\overline{1}$) befinden. Dann bestimmen wir sofort die Coordinaten der Axen $x = [100]$, $y = [010]$ und $z = [001]$, indem wir die Coordinaten der Pole für die Flächenpaare (010) und (001), (100) und (001), (100) und (010) mittelst der Formeln (b) und (c) bestimmen.

3. Nachdem die Coordinaten der Axen bekannt sind, bestimmt man die Winkel zwischen den Flächenpolen $p_0, p_1, p_2, p_3 \dots$, und den Axen x, y, z , wobei für jeden Flächenpol drei Winkel (p_i, x) , (p_i, y) und (p_i, z) berechnet werden müssen. Dies geschieht unter Anwendung der Cosinusformel (a). Dabei sind die Axenabschnitte für jede Fläche bestimmt durch die Formel

$$OH_i : OK_i : OL_i = \frac{1}{\cos(p_i, x)} : \frac{1}{\cos(p_i, y)} : \frac{1}{\cos(p_i, z)}.$$

Wählen wir eine der Flächen, z. B. p_0 zur Einheitsfläche, so bestimmt die obige Formel, auf diese Fläche angewandt, das Axenverhältniss des Krystalles

$$a : b : c = OH_0 : OK_0 : OL_0 = \frac{1}{\cos(p_0, x)} : \frac{1}{\cos(p_0, y)} : \frac{1}{\cos(p_0, z)}.$$

Das Verhältniss der Axenabschnitte giebt die Indices h_i, k_i, l_i , so dass

$$\begin{aligned} h_i : k_i : l_i &= \frac{OH_0}{OH_i} : \frac{OK_0}{OK_i} : \frac{OL_0}{OL_i} = \frac{\frac{1}{\cos(p_0, x)}}{\frac{1}{\cos(p_i, x)}} : \frac{\frac{1}{\cos(p_0, y)}}{\frac{1}{\cos(p_i, y)}} : \frac{\frac{1}{\cos(p_0, z)}}{\frac{1}{\cos(p_i, z)}} \\ &= \frac{\cos(p_i, x)}{\cos(p_0, x)} : \frac{\cos(p_i, y)}{\cos(p_0, y)} : \frac{\cos(p_i, z)}{\cos(p_0, z)}. \end{aligned}$$

4. Die Axenwinkel werden durch Anwendung der Cosinusformel gefunden:

$$\cos \alpha = \cos(y, z) = \cos \varphi_y \cos \varphi_z + \sin \varphi_y \sin \varphi_z \cos(\lambda_y - \lambda_z),$$

$$\cos \beta = \cos(x, z) = \cos \varphi_x \cos \varphi_z + \sin \varphi_x \sin \varphi_z \cos(\lambda_x - \lambda_z),$$

$$\cos \gamma = \cos(x, y) = \cos \varphi_x \cos \varphi_y + \sin \varphi_x \sin \varphi_y \cos(\lambda_x - \lambda_y).$$

Damit ist der ganze Gang der Berechnung im einfachsten Falle angegeben.

5. Betrachten wir jetzt den allgemeinsten Fall, wo keine der Axenebenen vorhanden ist. Nachdem wir vier Flächenpolen, deren keine drei in einer Zone liegen, die gewünschten Indices zugetheilt haben, skizziren wir eine sphärische Projection und ziehen diejenigen Zonenkreise, deren Durchschnittspunkte die Axenebenen (100), (010), (001) bestimmen. Dies ist immer durch eine verhältnissmässig einfache Construction möglich. Nehmen wir beispielsweise an, dass die Fläche (100) als Schnittpunkt der Kreise, welche durch die Polpaare (1), (2) und (3), (4) gehen, bestimmt ist. Wir berechnen die Coordinaten des Poles des Zonenkreises [(1), (2)] nach den Formeln (b) und (c). Den auf diese Weise bestimmten Pol bezeichnen wir durch [1]. Wir berechnen in derselben Weise den Pol [2] als den Pol des Zonenkreises [(3), (4)]. Nun bemerken wir, dass der Flächenpol (100) der Pol des Kreises ist, welcher durch die Punkte [1] und [2] geht, so dass die nochmalige Anwendung derselben Formeln uns die Coordinaten von (100) giebt.

Man sieht, dass in dieser Weise die Rechnungen sehr schematisch und gleichförmig werden, und dass die oben angeführten drei Formeln für die ganze Rechnung ausreichen.

Im allgemeinsten Falle kann auch die Fläche (111) fehlen. Wir können aber auch diese Fläche nöthigenfalls durch den Zonenverband bestimmen. Für die Bestimmung des Axenverhältnisses ist aber die Anwesenheit der

Fläche (111) ganz überflüssig, weil es aus jeder anderen Fläche q vom Symbole (hkl) nach der Formel

$$a:b:c = OH_0 : OK_0 : OL_0 = \frac{h}{\cos(p,x)} : \frac{k}{\cos(p,y)} : \frac{l}{\cos(p,z)}$$

berechnet werden kann.

Man sieht, dass diese Rechnungsmethode ganz allgemein ist.

6. Nachdem die Coordinaten der Axenebenen (100), (010) und (001) gefunden sind, kann man die Coordinaten aller gemessenen Flächenpole berechnen und diese berechneten Coordinaten mit den gemessenen vergleichen. Zu diesem Zwecke braucht man nur die stereographische Projection des Krystalles zu entwerfen, jeden Pol in möglichst einfacher Weise durch Zonen mit den Flächen (100), (010) und (001) zu verbinden und die Formeln (b) und (c) schrittweise anzuwenden.

7. Es ist leicht ersichtlich, dass das Wesen der entworfenen Rechnungsmethode in der Anwendung des Zonengesetzes auf die Theodolithmethode besteht. Die Einfachheit des Zonenverbandes in den gewöhnlichen Fällen macht diese Methode durchaus nicht so weitläufig, wie sie auf den ersten Blick erscheinen mag, und die Gleichförmigkeit des Rechnungsganges macht sie übersichtlich und schematisch.

8. Beispiel. Es wurde ein Krystall von unterschwefligsaurem Calcium $CaS_2O_3 + 6H_2O$ auf dem Theodolithgoniometer System Czapski gemessen und nach der oben auseinandergesetzten Methode berechnet.

Messungen.

Folgende Tabelle enthält die sphärischen Coordinaten der gemessenen Krystallflächen.

Nr.	φ	λ	Nr.	φ	λ
1.	54° 18'	262° 45'	9.	90° 15'	106° 54'
2.	78 23	164 23	10.	73 44	92 16
3.	40 6	28 30	11.	70 56	303 2
4.	34 44	216 48	12.	104 44	344 19
5.	54 26	214 10	13.	79 43	57 55
6.	33 50	287 32	14.	99 4	67 17
7.	45 53	140 25	15.	109 3	123 5
8.	29 52	105 38			

Die so bestimmten Flächenpole wurden mittelst des stereographischen Netzes¹⁾ auf die stereographische Projection, Taf. VI, aufgetragen.

1) S. im vorhergehenden Aufsätze S. 44. Ich werde hier die Anwendung des Netzes in unserem speciellen Falle etwas näher besprechen. Nachdem man ein Stück Pauspapier auf das Netz gelegt und das Centrum markirt hat, identificirt man den Grundkreis des Netzes mit dem horizontalen Kreise des Goniometers und nimmt einen

In der üblichen Aufstellung der Krystalle dieses Salzes giebt man den Flächen 1, 2, 3 und 4 die Symbole $(\bar{1}00)$, $(0\bar{1}0)$, $(00\bar{1})$ und $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$.

Berechnung.

a) Berechnung der Coordinaten der Axen.

Indem wir die Formeln (b) und (c) auf die Flächenpaare $(0\bar{1}0)$ und $(00\bar{1})$, $(00\bar{1})$ und $(\bar{1}00)$, $(\bar{1}00)$ und $(0\bar{1}0)$ anwenden, finden wir die Coordinaten der Axen $\bar{x} = [\bar{1}00]$, $\bar{y} = [0\bar{1}0]$ und $\bar{z} = [00\bar{1}]$.

Für die Axe \bar{x} wird z. B. die Rechnung folgendermassen ausgeführt:

$$\begin{array}{rcl} \varphi_1 = 78^{\circ}23' & \lambda_1 = 164^{\circ}23' & \log \sin (\varphi_1 - \varphi_2) = 9,79208 \\ \varphi_2 = 40 \quad 6 & \lambda_2 = 28 \quad 30 & \text{c. d. } \log \sin (\varphi_1 + \varphi_2) = 0,05603 \\ \hline \varphi_1 - \varphi_2 = 38^{\circ}17' & \frac{1}{2}(\lambda_2 - \lambda_1) = -67^{\circ}56,5' & \log \cotg \frac{1}{2}(\lambda_2 - \lambda_1) = 9,60768 \\ \varphi_1 + \varphi_2 = 118 \quad 29 & \frac{1}{2}(\lambda_2 + \lambda_1) = 96 \quad 26,5 & \log \tg \lambda' = 9,45579 \end{array}$$

Um die Grösse von λ' unzweideutig zu haben, entwerfen wir mittelst des stereographischen Netzes auf einem Stück Pauspapier¹⁾ die stereographische Projection. Aus dieser Projection sehen wir sofort, dass

$$\lambda' = 180^{\circ} - 15^{\circ}56,5' = 64^{\circ}3,5'$$

$$\text{und} \quad \lambda = 96^{\circ}26,5' + 64^{\circ}3,5' = 260^{\circ}30',$$

Es wird weiter gerechnet:

$$\begin{array}{l} \lg \tg \varphi_1 = 0,68703 \\ \lg \cos (\lambda_1 - \lambda) = 9,02757 \\ \lg \cotg \varphi = 9,71460 \\ \varphi = 62^{\circ}36'. \end{array}$$

In derselben Weise werden die Coordinaten aller Axen gefunden und in folgende Tabelle zusammengestellt:

$$\begin{array}{lll} \varphi_x = 62^{\circ}36' & \varphi_y = 64^{\circ}37' & \varphi_z = 38^{\circ} \quad 6' \\ \lambda_x = 260 \quad 30 & \lambda_y = 152 \quad 47 & \lambda_z = 59 \quad 11 \end{array}$$

Theilstrich des Grundkreises des Netzes als Nullpunkt, indem man ihn auf dem Pauspapiere mit einem Striche markirt. Um den Flächenpol mit den gemessenen Coordinaten φ und λ aufzutragen, zählt man vom Nullpunkte aus und im Sinne der wachsenden Zahlen der Theilung des Horizontalkreises die Anzahl von Graden λ auf dem Grundkreise ab und markirt den so gefundenen Punkt auf der Zeichnung. Nun dreht man die letztere concentrisch so lange, bis die erwähnte Marke auf eine der geraden Linien des Netzes zu liegen kommt. Auf diesem geradlinig dargestellten Grosskreise zählt man vom Centrum aus die Anzahl von Geraden φ ab; der so gefundene Punkt wird die Projection des gegebenen Flächenpoles sein. Auf solche Art wird unsere Zeichnung die obere Hemisphäre des Krystalles darstellen. Die Punkte auf der unteren Hemisphäre können auch innerhalb des Grundkreises gezeichnet werden, nur muss man sie etwas anders bezeichnen; man wählt z. B. für die Bezeichnung eines Punktes der oberen Hemisphäre das Centrum eines kleinen Kreises, und für einen Punkt der unteren Hemisphäre ein Kreuzchen.

1) l. c. S. 44.

b) Berechnung der Axenwinkel.

Diese geschieht unter Anwendung der Cosinusformel. Setzen wir wie gebräuchlich: $(x, y) = \gamma$, $(y, z) = \alpha$, $(x, z) = \beta$, so erhalten wir z. B.

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \cos \varphi_y \cos \varphi_z + \sin \varphi_y \sin \varphi_z \cos (\lambda_y - \lambda_z), \\ \lambda_y - \lambda_z &= 152^\circ 47' - 59^\circ 44' = 93^\circ 36'. \\ \lg \sin \varphi_y &= 9,95594 & \lg \cos \varphi_y &= 9,63243 \\ \lg \sin \varphi_z &= 9,79034 & \lg \cos \varphi_z &= 9,89594 \\ \lg \cos (\lambda_y - \lambda_z) &= 8,79789n & & 9,52807 \\ & 8,54444n & & = \lg 0,33736 \\ & = \lg (-0,03500) \\ & 0,33736 \\ & -0,03500 \\ \cos \alpha &= 0,30236 \\ \alpha &= 72^\circ 24'. \end{aligned}$$

Noch zweimalige Wiederholung analoger Rechnung giebt β und γ .

Wir finden in dieser Weise:

$$\alpha = 72^\circ 24', \quad \beta = 98^\circ 32', \quad \gamma = 92^\circ 40'.$$

c) Berechnung der Symbole der Flächen und des Axenverhältnisses.

Wir führen diese Rechnung aus, indem wir unter Anwendung der Cosinusformel für jede Fläche (die Flächen (100) , (010) und (001) ausgeschlossen) die Cosinus der Winkel, welche der Pol dieser Fläche mit den Axenpolen \bar{x} , y , \bar{z} bildet, berechnen. Diese Cosinus sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nr.	\bar{x}	\bar{y}	\bar{z}
4	0,72645	0,57204	0,37703
5	0,76624	0,60469	0,00289
6	0,82243	0,00245	0,42535
7	0,00053	0,93188	0,64534
8	-0,00446	0,67751	0,89412
9	-0,79734	0,62666	0,44171
10	-0,69966	0,54897	0,72203
11	0,76867	-0,60107	0,00004
12	0,00044	-0,95477	-0,00234
13	-0,72459	0,00059	0,74746
14	-0,92641	0,00493	0,47924
15	-0,76840	0,60463	-0,00025

Wählen wir die Fläche 4 zur Einheitsfläche mit dem Symbol (111) . Die Indices der Flächen finden wir dann durch Division aller Zahlen einer Colonne durch die erste der Fläche 4 entsprechende Zahl. Für jede Fläche erhalten wir in solcher Weise drei Quotienten, deren Verhältniss die ge-

suchten Indices giebt. Diese Division braucht man nur angenähert auszuführen. Für die Fläche 6 haben wir z. B.

$$\bar{h} : \bar{k} : \bar{l} = \frac{0,822}{0,726} : \frac{0}{0,572} : \frac{0,425}{0,377} = 1 : 0 : 1$$

oder $h : k : l = 1 : 0 : 1$.

Es genügt sogar, nur einen Blick auf die Tabelle zu werfen, um die Indices aller Flächen sofort hinschreiben zu können. In unserem Falle werden die Flächen folgende Symbole haben:

5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
(110)	(101)	(011)	(012)	(111)	(112)	(110)	(010)	(102)	(101)	(110)

Was das Axenverhältniss anbetrifft, so kann man es mehreren Flächen entnehmen. Die Zahlen der Columnne \bar{y} dividirt durch diejenigen der Columnne \bar{x} und multiplicirt mit $h : k$, geben $a : b$; die Zahlen der Columnne \bar{y} dividirt durch die Zahlen der Columnne \bar{z} und multiplicirt mit $l : k$ geben $c : b$. Falls die Zahl der Columnne \bar{y} gleich 0 ist, die Zahlen der beiden anderen aber von 0 verschieden sind, so kann man das Verhältniss $a : c$ auf ebensolche Weise berechnen. Da man die Indices kennt, findet man leicht die Zahlen a , c und $a : c$, wobei $b = 1$, wie üblich, gesetzt ist. Im Allgemeinen hat man für a , c und $a : c$ mehrere Bestimmungen, welche zu Gleichungen von folgender Form führen:

$$\begin{array}{lll} a = m_1, & c = n_1, & a = cp_1, \\ a = m_2, & c = n_2, & a = cp_2, \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ a = m_q, & c = n_q, & a = cp_q, \end{array}$$

und man könnte auf diese Gleichungen die Regeln der Ausgleichungsmethode anwenden, um die wahrscheinlichste Grösse des Axenverhältnisses zu berechnen. Doch ist solche partielle Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate nicht berechtigt, da die Axen selbst in ihrer Lage ganz willkürlich durch die Wahl der Flächen (100), (010) und (001) bestimmt worden sind. In einem besonderen Aufsätze werde ich die allgemeine Anwendung der Methode der Ausgleichung auf die Krystallberechnung entwickeln; was die vorliegende Rechnungsmethode betrifft, welche auf der gewöhnlichen willkürlichen Wahl des Axensystems beruht, so bleiben wir ganz consequent, wenn wir für die Herleitung des Axenverhältnisses diejenigen Flächen wählen, welche es am bequemsten bestimmen. In unserem Falle können wir als solche Nrn. 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11 und 15 ansehen. Wir erhalten folgende Werthe für das gesuchte Verhältniss:

Nr. der Fläche:	$a : b$	$e : b$
4	$\frac{0,57201}{0,72645} = 0,7877$	$\frac{0,57201}{0,37703} = 1,5171$
5	$\frac{0,60469}{0,76624} = 0,7852$	
7		$\frac{0,93488}{0,61534} = 1,5145$
8		$\frac{0,68751}{0,89412} \times 2 = 1,5155$
9	$\frac{0,62666}{0,79734} = 0,7859$	$\frac{0,62666}{0,44474} = 1,5221$
10	$\frac{0,54897}{0,69966} = 0,7846$	$\frac{0,54897}{0,72203} \times 2 = 1,5206$
11	$\frac{0,60407}{0,76867} = 0,7820$	
15	$\frac{0,60463}{0,76840} = 0,7833$	
Mittel	$0,7848$	$1,5179$

d) Die Umkehrung der Rechnung. Berechnung der Coordinaten aus den berechneten Constanten.

Diese Rechnung geschieht, wie oben gesagt wurde, unter schrittweiser Anwendung der Formeln (b) und (c).

Auf Taf. VII ist vermittelt des stereographischen Netzes die Projection der gemessenen Flächen entworfen und der Zonenverband derselben in möglichst einfacher Weise dargestellt. Im Ganzen sind elf Zonenkreise gezogen. Da ein Zahlenbeispiel für die Anwendung der Formeln (b) und (c) oben schon gegeben wurde, so werde ich hier nur den allgemeinen Gang der Rechnung andeuten.

Die Pole der Zonenkreise I, II und III sind die Pole der Axen \bar{x} , \bar{y} und z . Ihre Durchschnittspunkte sind die Flächen (00 $\bar{1}$), (0 $\bar{1}$ 0) und (00 $\bar{1}$). Nun wird der Zonenkreis IV durch die Flächen 3 (00 $\bar{1}$) und 4 ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) gezogen. Die Lage der Fläche 4 ist als diejenige der Einheitsfläche gegeben. Man berechnet aus den Coordinaten von 3 und 4 unter Anwendung der Formeln (b) und (c) den Pol des Zonenkreises IV. Wir wollen die Pole der Zonenkreise ebenso bezeichnen, wie die Zonenkreise selbst. Die Fläche 5 liegt im Durchschnittspunkte der Kreise III und IV. Verbinden wir die Pole III und IV durch einen Kreis, so ist der Punkt 5 der Pol dieses Kreises. Wir erhalten also die Coordinaten von 5, indem wir die Formeln (b) und (c) auf die Pole III und IV anwenden. In eben solcher Weise berechnen wir aus den Coordinaten von 4 und 4 den Pol V, und aus den Coordinaten von I und V die Coordinaten von 7, und so weiter. Auf diese

Weise ergeben sich für unser Beispiel die Coordinaten der Zonenkreise und der Flächen, welche in den beiden nachstehenden Tabellen zusammengestellt sind.

	φ	λ
I.	62° 37'	260° 30'
II.	64 37	152 49
III.	38 6	59 44
IV.	87 2	122 2
V.	60 49	46 57
VI.	62 36	68 46
VII.	76 50	37 40
VIII.	80 47	59 28
IX.	50 32	496 30
X.	47 3	346 6
XI.	47 50	294 5

Nr.	Symbol	φ	φ	λ	λ	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$	ε
der Fläche:		beobacht.:	berechn.:	beobacht.:	berechn.:			
1	(100)	54° 48'	—	262° 45'	—	—	—	—
2	(010)	78 23	—	164 23	—	—	—	—
3	(001)	40 6	—	28 30	—	—	—	—
4	(111)	31 44	31° 45'	216 48	216° 57'	+4'	+ 9'	+5'
5	(110)	54 26	54 49	214 10	214 8	-7	- 2	-2
6	(101)	33 50	33 48	287 32	287 46	-2	+14	+8
7	(011)	45 53	45 56	140 25	140 25	+3	± 0	± 0
8	(012)	29 52	29 50	105 38	105 54	-2	+16	+8
9	(111)	90 45	90 49	406 54	406 46	+4	- 8	-8
10	(112)	73 44	73 22	92 46	92 45	+8	- 4	-4
11	(110)	70 56	70 50	303 2	303 2	± 0	± 0	± 0
12	(010)	104 44	104 47	344 49	344 23	+3	+ 4	+4
13	(102)	79 43	79 50	57 55	57 56	+7	+ 4	-4
14	(101)	99 4	99 22	67 47	67 48	+8	+ 4	+4
15	(110)	109 3	109 4	424 5	423 2	+4	- 3	-3

Bezüglich dieser Tabellen muss ich bemerken, dass die Coordinaten der Fläche 4 nicht als gegeben angesehen worden sind, sondern aus dem mittleren Axenverhältnisse berechnet wurden, wofür keine Nothwendigkeit vorliegt. Die letzte Columnne enthält $\varepsilon = \Delta\lambda \sin \varphi$, was der Reduction der Grössen $\Delta\lambda$ auf Bögen von Grosskreisen entspricht.

Diese Rückberechnung kann weiter verfolgt werden, um die Lage derjenigen Flächenpole zu finden, welche für die Untersuchung aus irgend welchen Gründen von Interesse sind.

Zum Schlusse will ich meine Berechnung der Krystallform von $\text{CuS}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ mit derjenigen von V. v. Zepharovich¹⁾ zusammenstellen.

1) Sitz.-Ber. d. math.-ph. Kl. d. K. Akad. d. Wiss. Wien 1862, 45, 499.

	Wulff:	Zepharovich:
α	$72^{\circ}24'$	$72^{\circ}30'$
β	$98\ 32$	$98\ 34$
γ	$92\ 40$	$92\ 46$

$$a : b : c = 0,7847 : 4 : 4,5479; \quad 0,7828 : 4 : 4,547.$$

9. Die Berechnung eines Krystalles kann in hohem Grade durch passendes Justiren desselben vereinfacht werden.

Erstens kann man auf eine der drei Krystallaxen justiren, indem man diese Axe parallel der Umdrehungsaxe desjenigen Goniometerkreises aufstellt, mit welchem der Krystall unmittelbar verbunden ist¹⁾. Eine solche Justirung kann selbstverständlich nur dann ausgeführt werden, wenn die betreffende Axe an dem Krystalle mindestens durch zwei nicht parallele Flächen ihrer Zone gegeben ist. Bei dieser Art der Justirung geben die gemessenen Polardistanzen direct die Winkel zwischen den Flächenpolen und der so justirten Axe, und die Berechnung der \cos für diese Winkel wird gänzlich vermieden.

Ein anderes Mittel, die Rechnungen zu vereinfachen, besteht im Justiren auf eine der Axenebenen, welche an dem Krystalle durch die entsprechende Fläche gegeben ist. Zu diesem Zwecke justirt man die Fläche parallel demjenigen Goniometerkreise, mit welchem der Krystall direct verbunden ist. Bei dieser Lage der Fläche bleibt das in ihr reflectirte Bild ganz unbeweglich im Gesichtsfelde beim Drehen des betreffenden Goniometerkreises. Nehmen wir an, diese Fläche sei (001). Dann haben die Axenpole x und y die Polardistanzen 90° , und die Winkel eines Flächenpoles p mit diesen Axen werden durch die Formeln gegeben:

$$\begin{aligned}\cos(p, x) &= \sin \varphi \cos(\lambda - \lambda_x), \\ \cos(p, y) &= \sin \varphi \cos(\lambda - \lambda_y).\end{aligned}$$

Man beachte, dass das Verhältniss der beiden \cos , welches allein für die Berechnung der Axeneinheiten und der Indices massgebend ist, ganz unabhängig von der Polardistanz φ ist.

Der entsprechende Axenwinkel γ wird unmittelbar durch die absolute Grösse von $\lambda_x - \lambda_y$ gegeben.

Wenn dabei die dritte Axe, hier z , senkrecht auf den beiden anderen ist, so besteht die noch einfachere Relation:

$$\cos(p, x) : \cos(p, y) : \cos(p, z) = \cos(\lambda - \lambda_x) : \cos(\lambda - \lambda_y) : \cotg \varphi,$$

wo alle Grössen λ , λ_x , λ_y , φ direct gemessen werden. Diese Relation muss man immer bei der Messung der monoklinen Krystalle beachten und die Krystalle immer so justiren, dass die Axen x und z die Polardistanzen 90° erhalten.

1) Bei dem Goniometer »System Czapski« ist dies der horizontale Kreis.

10. Bisher haben wir den allgemeinsten Fall betrachtet, wo der Symmetriegrad des zu messenden Krystalles nicht in Betracht gezogen wurde. Es ist selbstverständlich, dass in speciellen Fällen der Symmetrie die Vereinfachung der Rechnung noch weiter getrieben werden kann, was aber der Verf. dem Leser überlässt. Auch ist die Justirung auf eine Krystallaxe bei den symmetrischen Krystallen viel günstiger, da man dazu auch symmetrische, d. h. gleich gegen die Axe geneigte Flächen benutzen kann. Wenn an dem Krystalle zwei gleich gegen die Axe geneigte Flächen vorhanden sind, deren Normalen in einer Ebene mit der Axe liegen, so bringen wir diese zwei Ebenen auf einen Meridian und entweder auf denselben Parallelkreis, wenn die Flächen dasselbe Ende der Axe schneiden, oder im anderen Falle auf die in Bezug auf den Aequator symmetrisch liegenden Parallelkreise. Es genügen dabei zwei Flächen. Wenn aber die durch die Normalen der Flächen gehende Ebene die Axe nicht enthält, so muss man mindestens drei gleich gegen die Axe geneigte Flächen haben, welche man entweder alle auf einen Parallelkreis bringen kann, oder deren zwei, und die dritte auf den in Bezug auf den Aequator symmetrisch gelegenen Parallelkreis, je nachdem alle drei Flächen ein und dasselbe Axenende schneiden oder nicht.

III. Einige Beobachtungen über das Wachstum der Kaliumaluminium-Alaunkrystalle.

Von

Z. Weyberg in Warschau.

(Mit 3 Textfiguren.)

Ex omnimoda experientia, primum inventio causarum
et axiomatum verorum elicenda est; et lucifera ex-
perimenta non fructifera querenda.

Francisci Baconis »Novum Organum«.
Aphorismus LXX.

§ 1. Einleitung.

Zu den Messungen der Wachstumsgeschwindigkeit der Krystallflächen des Eisenammoniumalauns¹⁾ waren Kaliumaluminium-Alaunkrystalle nöthig, welche keine Inclusionen enthielten, vollständig glatte Oberfläche besaßen und die Flächen {110} und {100} so gross als möglich ausgebildet zeigten. Den Ideen des Prof. G. Wulff folgend²⁾, erhielt ich Krystalle mit den gewünschten Eigenschaften nicht zufällig. Eine Reihe Züchtungen von Kaliumaluminium-Alaunkrystallen gab Veranlassung, einige Erscheinungen zu beobachten, die dazu dienen können, diejenigen Versuche G. Wulff's, welche die Morphologie des Krystallisationsprocesses aufklären, in einigen Details zu ergänzen.

Meine Versuche wurden in folgender Weise ausgeführt: Die gesättigte Lösung wurde erwärmt und darin eine abgewogene Menge des übersättigenden Ueberschusses des Salzes aufgelöst. Die Krystallisation fand bei derselben Temperatur, bei welcher die Lösung vorher gesättigt wurde, statt, also durch Abkühlen der übersättigten Lösung und nicht durch Verdunsten. In diese noch warme Lösung legte ich kleine homogene und glatte Alaunkryställchen, um auf ihnen den sich ausscheidenden übersättigenden Ueberschuss sich absetzen zu lassen. Diese Kryställchen, in einer Zahl von

1) Diese Zeitschr. **34**, 534.

2) Diese Zeitschr. **34**, 449—530.

6 bis 16, vertheilte ich gleichmässig auf den Boden des Gefässes; ich werde sie weiterhin »Keime« nennen. Die Art und die Grösse dieser Keime werden in der Beschreibung jedes Versuches angegeben. Die Krystallisation fand in einem tiefen Keller eines alten Palastes bei constanter Temperatur statt¹⁾. Die Versuche dauerten 5 bis 35 Tage und wurden mit Quantitäten der Lösung von 5 bis 9,5 Liter in cylindrischen Gefässen ausgeführt, welche 30 oder 24 Centimeter Durchmesser des Bodens hatten. Die grösste Anfangsübersättigung war 2,5%, die kleinste 0,7%. Die Uebersättigung der Lösung am Ende des Versuches wurde durch Wägen der erhaltenen Krystalle controlirt. Die Concentrationsströmungen beobachtete ich mit blossen Auge, mit Ausnahme von einem Falle. Das Salz, welches ich zu den Versuchen brauchte, wurde von der Firma C. A. F. Kahlbaum geliefert; das Wasser war destillirt.

§ 2. Beschreibung der Concentrationsströmungen.

In Anbetracht der Wichtigkeit der Concentrationsströmungen²⁾ werde ich meine Erklärung mit der Beschreibung dieser Erscheinung beginnen, wie ich sie speciell bei meinen Versuchen zu beobachten Gelegenheit hatte.

In 300 g gesättigter Lösung löste ich 3 g übersättigenden Ueberschusses und goss die Lösung dann in ein gläsernes kubisches Gefäss. Die Wände dieses Gefässes waren planparallel und sie zeigten im Toepler'schen Schlierenapparate vollständige optische Homogenität. In die Lösung, und zwar in der Mitte des Bodens des Gefässes, wurde ein weniger als zwei Millimeter im Durchschnitte messendes Kryställchen gelegt, welches mit seiner Fläche (111) die des Bodens berührte. Die Beobachtung geschah im Schlierenapparate mit der Linse von 2 m Brennweite, und der Krystall wurde mit einem Fernrohre beobachtet.

Im Beginn des Versuches erschien die Strömung als ein dünner glänzender Faden, welcher sehr langsam vom Centrum der Fläche (111) aufstieg. Am nächsten Tage bestand die Strömung deutlich aus vielen glänzenden faserigen Strömen, wobei die einzelnen Ströme von der Oberfläche des Krystalles abbogen und aufstiegen. Bei weiterem Wachstume des Krystalles erhielt die Strömung eine steigende optische Schärfe und wurde fortwährend dicker und dicker. Später blieb sie ohne Veränderung bis zum 16. Tage des Versuches. An diesem wurde sie schwächer und fing an, ihre Schärfe zu verlieren, wobei sie sich fortwährend mehr und mehr

1) Zum Beispiel vom 12. Juli bis zum 15. October fiel die Temperatur von + 12,5° C. bis + 12° C., vom 15. October bis zum 6. November von + 12° C. bis + 6° C. (während letzterer Zeit wurde bei Frostwetter die Thür des Kellers geöffnet, um ihn abzukühlen). Vom 6. November bis zum 1. März fiel die Temperatur von + 6° C. bis + 5° C.

2) S. die citirte Arbeit von G. Wulff.

mit kleinen Strömen umgab; endlich am 22. Tage wurde die Strömung kürzer und stieg nicht mehr bis zur Oberfläche der Flüssigkeit empor. Nach 40 Tagen, von diesem Stadium an gerechnet, waren über dem Krystalle noch kleine und kurze Strömchen zu sehen, die über vielen Punkten der Oberfläche des Krystalles ein wenig hervorstanden. Diese Ströme waren am 30. Tage schon nicht mehr zu sehen. Der Krystall wurde am 33. Tage herausgenommen und wog fast 3 g.

In diesem Versuche wurde ein einzelner Krystall beobachtet, der in schwach übersättigter Lösung (1 %) wuchs. In jenen Versuchen, wo sich mehrere Keime in der Lösung befanden und die Uebersättigung stärker war, stellte sich der Gang der Erscheinung ein wenig anders dar.

Mehrmals wurden die Beobachtungen unter folgenden Umständen wiederholt: 5 l Lösung, Uebersättigung 130 g (2,5 %), 10 oktaëdrische Keime von circa 5 mm im Durchmesser, Gefäss von 24 cm Bodendurchmesser, die Höhe der Säule der Flüssigkeit 108 mm. Der Gang der Erscheinung in diesen Versuchen war folgender:

Nach 24 Stunden vom Anfange des Versuches war über jedem Kryställchen ein dünnes langes glänzendes Bündel von Konzentrationsströmen zu sehen, in welchem man keine Bewegung bemerken konnte. Am nächsten Tage vergrösserten sich die Krystalle schon stark; dabei wurden die Bündel der Ströme viel breiter und schärfer, doch war die Bewegung der Flüssigkeit schwer zu bemerken. Am dritten Tage des Versuches bemerkte man noch einen stärkeren Zuwachs der Krystalle. In diesem Stadium ist schon fast die Hälfte des ursprünglichen übersättigenden Ueberschusses ausgeschieden worden, doch die Konzentrationsströme sind noch stärker, als am vorigen Tage, und ihre Bewegung ist leicht zu bemerken. Im Laufe des vierten, fünften und sechsten Tages bemerkt man nur einen geringen Zuwachs der Krystalle, und in den Strömen sieht man keinen Unterschied im Vergleiche damit, was am dritten Tage beobachtet worden war. Am siebenten Tage tritt eine augenscheinliche Abnahme der Thätigkeit der Konzentrationsströme ein. Sie verlieren die optische Schärfe, die Bewegung nimmt allmählich ab, und am zehnten Tage stellen sie einen sich optisch schwach unterscheidenden Theil der Lösung, in welchem sich keine Bewegung mehr bemerken lässt, dar. Unterdessen wird auch dieser optische Unterschied allmählich schwächer, ihr Brechungscoefficient kommt mehr und mehr demjenigen der ganzen Lösungsmasse gleich. So bleibt es einige Tage. Nach einer Woche ungefähr beginnt eine eigenthümliche Erscheinung. Die längere Zeit angewandte Lösung des Kaliumaluminium-Alauns wird trübe infolge der Ausscheidung von basischem Aluminiumsulfat. Die trübende Substanz bleibt längere Zeit suspendirt, setzt sich aber allmählich auf dem Boden des Gefässes ab, und bildet darauf eine recht dünne milchweisse Schicht. Solange die Ströme stark sind, nehmen sie die trübende

Substanz mit, und sie ist dem Auge unsichtbar, mit Ausnahme jenes Theiles, welcher sich abgesetzt hat. Sobald aber die Ströme bis zum Minimum abgenommen haben, sind sie zu schwach, um die Substanz mit fortzureissen, sie lassen also hinter sich über den Krystallen eine schwebende Trübung zurück. Einige Tage nach dem Verschwinden der optischen Schärfe der Ströme bleiben noch über vielen Punkten der Krystalle regungslos längliche Säulchen dieser Trübung stehen; sie ähneln dann dem sich über einem Dorfe erhebenden Rauche oder den über einer Wiese schwebenden Nebeln. Diese Trübung zeigt deutlich den Weg und die Richtung der abnehmenden Ströme: man sieht, wie sie, von der Fläche (111) sich abbiegend, von horizontaler Richtung eine verticale annehmen und wie sie sich von vielen Punkten der Oberfläche des Krystalles erheben, das heisst, dass zu dieser Zeit kein allgemeiner Strom vorhanden ist, der den ganzen Krystall abspült; man sieht, dass von den Kanten und den Ecken sich ein stärkerer Strom erhebt als von den Flächen, denn über den Kanten und den Ecken stehen dichtere Nebel der Trübung. Ich bedauere sehr, dass die Umstände des Kellers, in welchem ich arbeitete, mir nicht erlaubten, diese interessante und schöne Erscheinung zu photographiren. Diese Nebel beobachtete ich in denjenigen Versuchen, welche genügend lange Zeit dauerten.

Wenn man in dasselbe Volum einer ebenso übersättigten Lösung nicht zehn, sondern sieben Keime einlegt, so merkt man, dass die Zeit der Zunahme der Ströme sich bedeutend verkürzt. Jeder Krystall erhält dann mehr übersättigenden Ueberschuss, die Krystalle nähren sich besser, erreichen schneller eine bedeutende Grösse, verursachen immer stärkere Ströme, und dadurch erreicht man schneller die Verarmung der Lösung. In den Versuchen mit sieben Keimen bemerkte man schon am dritten Tage das Maximum der Thätigkeit der Ströme und am fünften Tage eine bedeutende Schwächung derselben.

Als ich in die Lösung 1,2 bis 0,7 $\frac{0}{0}$ des übersättigenden Ueberschusses einführte, war der Krystallisationsgang fast gleichmässig: die Krystalle wurden jeden Tag unbemerkt grösser, die Ströme waren sehr schwach, doch behielten sie ihre Kraft in demselben Grade längere Zeit.

Aus den Angaben von G. Wulff¹⁾ über die Wachsthumsgrenze sieht man, dass die Konzentrationsströme durchaus nicht nur ein unruhiges und regelloses Wachsthum des Krystalles begleiten, wie man es a priori denken könnte. Es muss aber in dem Krystallisationsprocesse immer ein solcher Moment eintreten, wo der Strom nicht mehr im Stande ist sich zu erheben, denn der Mangel an festem Material wird eher durch die Diffusion ausgeglichen, als es der dem Krystall anliegenden Schicht der Lösung gelingt,

1) l. c. S. 462.

die zum Aufsteigen nöthige Geschwindigkeit zu erhalten. Das kann natürlich nur in sehr schwach übersättigter Lösung stattfinden. Die Concentrationsströmungen müssen also selbst das langsamste und regelmässigste Wachsthum des Krystalles begleiten. Als Beweis können alle meine Versuche dienen.

Viele von mir erhaltene Krystalle waren vollkommen homogen, doch waren die Ströme so lange über denselben zu bemerken, bis schon fast der ganze übersättigende Ueberschuss aus der Lösung ausgeschieden war. So zum Beispiel in einem von den vorher beschriebenen Versuchen (5 l Lösung, 430 g Uebersättigung) wurden die Krystalle herausgenommen einen Tag nachdem die Ströme aufhörten sichtbar zu werden. Sie wogen 428 g. In den letzten Momenten des Versuches also war in der Lösung eine Uebersättigung von 2 g, das heisst 0,04%, und dieser geringen Uebersättigung ungeachtet bemerkte man die Ströme noch am Tage vorher.

Ich unterbrach den grössten Theil meiner Versuche dann, wenn die Ströme deutlich zu sehen waren, doch dem Gewichte der Krystalle nach blieb die Lösung sehr schwach übersättigt. Nach der Unterbrechung des Versuches zeigte sich in der umgerührten Lösung auf dem Boden des Gefässes erst nach einem oder zwei Tagen eine dünne Schicht von winzigsten Krystallen.

Das ist der Beweis dafür, dass das Wachsthum der Krystalle vermittelst der Diffusion allein eine ausnahmsweise Erscheinung ist.

§ 3. Concentrationsströme als Ursache der Erscheinung der Vicinalflächen.

Auf den Flächen {111} des Kaliumaluminium-Alauns bemerkt man fast immer drei Vicinalflächen, welche gleichsam die Fläche eines Triakisoktaeders darstellen, dessen Indices sich sehr wenig von einander unterscheiden.

Nach der Ansicht von G. Wulff¹⁾ besteht die Ursache der Entstehung der Vicinalflächen in dem Einflusse der Concentrationsströmungen, weil die Lage der Krystallmolekeln nicht nur von der Richtkraft der Krystallisation, sondern auch von derjenigen der Concentrationsströmungen abhängen muss.

Die Ströme, welche den Krystall umspülen und gegen die Fläche (111) eines mit ($\overline{1}\overline{1}\overline{1}$) aufliegenden Alaunoktaeders ansteigen, bewegen sich zuerst längs derselben, biegen aber dann von dieser Fläche ab und steigen empor. In Folge der dreieckigen Form der oktaëdrischen Fläche bilden diese Ströme drei einzelne Gruppen: jede Gruppe tritt von einer Kante aus auf die Fläche ein und verliert hier ihre ursprüngliche Geschwindigkeit, da sie sowohl nach dem Centrum der Fläche als auch nach oben strebt. Alle drei Gruppen vereinigen sich endlich über dem Centrum der Fläche

¹⁾ l. c. S. 464.

und verlassen den Krystall. Jede dieser Gruppen von Strömen führt die Molekeln der entsprechenden dreieckigen Partie der Oktaëderfläche also aus ihrer normalen Stellung; als Resultat erscheinen auf der Fläche (444) drei Vicinalflächen, welche Triakisoktaëderflächen ähnlich sind.

Dass die Ströme längs der Fläche gleiten und sich gleichzeitig von ihr, je nach der Annäherung zum Centrum dieser Fläche, abbiegen, kann man unmittelbar bemerken.

Als Beweis dafür, dass die Ströme, welche die Fläche (444) umspülen, drei einzelne Gruppen bilden, kann Folgendes dienen.

In einer grossen Masse der Lösung (von 3 bis 9,5 l), mit welcher ich gewöhnlich arbeitete, konnte man trotz sorgfältiger Filtrirung die Anwesenheit einer bedeutenden Menge von Staub, Fasern vom Handtuche, mit welchem man das Gefäss reinigte, vom Filtrirpapier u. s. w. nicht vermeiden. Ausserdem befand sich in der Alaunlösung die vorher besprochene Trübung. Alle diese Körper setzen sich bei ruhigem Zustande der Flüssigkeit auf dem Boden des Gefässes und auf der Oberfläche der im Gefässe wachsenden Krystalle ab. Auf der Fläche (444) der oktaëdrischen Krystalle jedoch zeigt sich dieser Niederschlag nicht gleichmässig: er bildet drei geradlinige, nach der Mitte hin stärker werdende Streifen, welche im Centrum der Fläche zusammentreffen und einen kleinen Hügel bilden. Diese Streifen liegen in der Richtung der Triakisoktaëderkanten, d. h. sie sind auf dieselbe Weise wie die Kanten der Vicinalflächen orientirt. Selbstverständlich wurden die sie bildenden Theilchen durch die Concentrationsströme nach der Stelle, wo die Geschwindigkeit der Ströme am geringsten war, d. h. dahin, wo zwei einzelne Stromgruppen zusammenstossen, hingespült. Die eben beschriebene Lage dieses Niederschlages erreicht den höchsten Grad ihrer Regelmässigkeit, wenn die Ströme das Maximum ihrer Stärke erreicht haben. Später, wenn die Ströme schwächer werden, können sie nicht mehr den Krystall ganz umspülen, und sie erheben sich nicht vom Centrum der Fläche (444), sondern von vielen Punkten der Oberfläche des Krystalles; die beschriebene Figur verwischt sich dann, ihre Aeste werden von den einzelnen Strömen vertilgt, und dabei verschwinden auch die Vicinalflächen. So zeigten von zehn Krystallen dieser Versuche (fünf Liter der Lösung, Uebersättigung 2,5 %, Diameter des Gefässes 24 cm, zehn kleine Keime, die Lösung nach der Unterbrechung des Versuches fast ohne Uebersättigung), welche 31 Tage dauerten, bloss drei Krystalle die Vicinalflächen, und auch diese Flächen waren schwer zu bemerken. Im Gegentheil waren die Vicinalflächen sehr deutlich bei denjenigen Krystallen, welche sich in stark übersättigter Lösung bildeten, oder welche aus schwach übersättigter Lösung während der vollen Thätigkeit der Ströme herausgenommen waren. Gleichzeitig mit dem Zuwachs der Krystalle entwickeln sich immer mehr und mehr die Würfelflächen, welche die Ecken der drei-

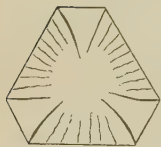
eckigen Fläche des Oktaëders abstumpfen. Die Ströme theilen dann jeden Streifen des Niederschlags in zwei. Die Kanten der Vicinalflächen krümmen sich wellenförmig und werden unterbrochen.

Bei einer schwachen Uebersättigung erscheinen die Konzentrationsströme als ein dünnes Bündel, welches sich vom Centrum der Fläche (111) erhebt. Auf dieser Fläche erscheint dann bloss eine einzige Gruppe von Vicinalflächen vollständig symmetrisch orientirt. Wenn aber die Uebersättigung der Lösung bedeutend ist, so bemerken wir über dem ganzen Krystalle viele glänzende Ströme. Dann sieht man auf der Fläche (111) mehrere Gruppen von Vicinalflächen. Manchmal verschiebt sich der dünne Konzentrationsstrom (welcher in schwach übersättigter Lösung erscheint) zur Seite, dann wird auch die Gruppe der Vicinalflächen verschoben.

§ 4. Wirkung der Konzentrationsströme auf den Charakter der Krystalloberflächen.

Jene Krystalle, welche in stark übersättigter Lösung (gegen 40%) wuchsen, zeigen auf der Fläche (111), d. h. auf derjenigen Oktaëderfläche, welche der Oberfläche der Lösung zugekehrt ist, Risse, deren Anordnung Fig. 4 zeigt. Dieselben haben die gleiche Richtung wie die Ströme und können nur durch deren Wirkung erklärt werden. Gleichzeitig mit der Abnahme der Uebersättigung werden die Risse immer schwächer, endlich verschwinden sie und statt derselben erscheinen die Vicinalflächen.

Fig. 4.



Auf denjenigen Flächen, welche einen Winkel mit dem Boden des Gefässes bilden, bemerken wir auf den Alaunkrystallen eine Streifung. Diese Streifen erscheinen entweder parallel, oder senkrecht zur Richtung der Konzentrationsströme. Die Streifen der ersten Art zeichnen sich durch ihre Regelmässigkeit aus; man kann sie, wie es mir scheint, mit den beschriebenen Rissen vergleichen: sie erscheinen bei starker Uebersättigung, die Streifen der anderen Art im Gegentheil bei schwacher.

Die letztere Streifung (senkrecht zur Konzentrationsströmung) ist viel unregelmässiger. Man darf sie dann als Resultat des Mangels an Uebersättigung betrachten, wenn die Uebersättigung zu unbedeutend ist, um die ganze Oberfläche des Krystalles zu ernähren. Die Fläche (111) und die ihr entsprechenden haben über sich die Flächen des Dodekaëders; solche Flächen, wie (111), erscheinen immer in der Nähe der Dodekaëderfläche wie angefressen, denn die Ströme sind nicht im Stande sie genügend zu bespülen; diese fliessen theils nach oben fort, theils werden sie durch die viel energischer wachsende Dodekaëderfläche angezogen, so dass für solche Flächen, wie (111), der Stoff nicht ausreicht¹⁾.

¹⁾ l. c. S. 529.

Das beschriebene Anfressen der Flächen war besonders an demjenigen Krystalle gut zu sehen, auf welchem man die Ströme im Schlierenapparate beobachtete. Dieser Versuch, bei sehr unbedeutender Uebersättigung (1 %) und kleiner Menge der Lösung (300 g), dauerte mehr als 30 Tage, und der übersättigende Ueberschuss wurde fast vollständig ausgeschieden, da der Krystall fast 3 g wog. Alle oktaëdrischen Flächen dieses Krystalles, welche mit dem Boden des Krystallisirgefässes einen stumpfen Winkel bildeten, waren unvollkommen ausgebildet, und im Allgemeinen mit einer dem Boden des Gefässes parallelen Streifung bedeckt. Solche horizontale Streifung und Unvollkommenheit war aber bloss bei denjenigen Flächen zu bemerken, welche mit dem Boden des Gefässes einen stumpfen Winkel bildeten, denn von solchen Flächen steigt der Strom sehr leicht nach oben. Die Verticalflächen und diejenigen, welche mit dem Boden einen spitzen Winkel bildeten, waren dagegen, selbst bei der unbedeutendsten Uebersättigung, vollkommen ausgebildet, denn ihre Lage erlaubte ihnen von den Strömen vollständig abgespült zu werden.

§ 5. Einfluss der Concentrationsströme auf den Habitus der Krystalle.

Der Habitus der Krystalle ist ein Resultat ihrer Orientirung gegen die Concentrationsströme¹⁾, d. h. er hängt davon ab, mit welcher Fläche der Krystall den Boden des Gefässes berührt. Die Frage, weshalb der Krystall auf dieser oder jener Fläche liegt, ist fast ungelöst.

Die Kaliumaluminium-Alaunkrystalle, die sich aus ihrer reinen wässerigen Lösung ausscheiden, liegen auf dem Boden des Krystallisationsgefässes so, dass sie meistens den Boden mit der Oktaëderfläche berühren; viel seltener liegen sie auf der Würfelfläche; und diejenigen Krystalle, welche auf der Dodekaëderfläche liegen, stellen eine ausserordentliche Seltenheit dar. Unter mehreren hunderten der von mir erhaltenen Alaunkrystalle lagen bloss sechs Krystalle auf {110}. Die Alaunkrystalle liegen also am häufigsten auf denjenigen Flächen, deren Wachsthumsgeschwindigkeit am geringsten ist, und am seltensten auf jenen Flächen, deren Wachsthumsgeschwindigkeit am grössten ist²⁾. An denjenigen Krystallen, welche auf der Oktaëderfläche liegen, können die {100} und {110} eine bedeutende Breite erreichen. Auf dem Würfel und dem Dodekaëder liegend gewachsene Krystalle sind {100} und {110} dem Oktaëder untergeordnet.

Wenn man den Alaun aus stark übersättigter Lösung oder aus einer kleinen Menge der Flüssigkeit krystallisirt, oder wenn die Krystallisation

1) l. c. S. 463, 464.

2) Die Wachsthumsgeschwindigkeit der Alaunkrystallflächen in ihrer reinen Lösung = $V_{111} < V_{100} < V_{110}$.

in einem Laboratorium stattfindet, wo häufige kleine Erschütterungen der Krystallisiergefässe durch Hin- und Hergehen von Personen hervorgebracht werden, oder wenn in schwach übersättigter Lösung die Krystallisation durch Berühren der Oberfläche der Lösung mit einer unreinen Nadel hervorgerufen wird, so erhält man sehr selten solche Kryställchen, die auf {100} liegen und nie auf {110} liegende; sie liegen fast immer auf {111}. Während aus einer grossen Menge der Lösung auf den Keimen langsam grosse Krystalle erwachsen, erscheinen ausser diesen selbständig schon am vierten Tage, manchmal auch später (vom Anfange des Versuches gerechnet), auf dem Boden des Gefässes einige kleine Kryställchen, welche gewöhnlich sehr vollkommen sind und sehr langsam wachsen. Unter diesen Krystallen fand ich sechs solche, die auf der Dodekaëderfläche lagen. Dabei stellen die auf {100} liegenden Krystalle unter diesen Krystallen keine Seltenheit dar, obgleich sie in einer kleineren Menge als die auf dem Oktaëder liegenden erscheinen.

Die Umstände der Erscheinung dieser selbständigen Krystalle stellen augenscheinlich nichts Besonderes dar. Vielleicht könnte man hier nur die Abhängigkeit der Entstehung solcher seltenen Habitus von der relativen Schwierigkeit der Ausscheidung der Uebersättigungsreste erblicken.

Sobald nun ein Krystall auf der angegebenen Fläche liegend erscheint, bekommt er unter dem Einflusse der Concentrationsströme eine besondere Form, welche immer dem auf der angegebenen Fläche liegenden Krystalle eigenthümlich ist.

In schwach übersättigten Lösungen (unter 4,5 %) erscheinen die Krystalle jedes Habitus ziemlich nahe dem theoretischen Oktaëder, denn unter diesen Umständen existirt nur eine geringe Wirkung der Concentrationsströme, welche den Krystall bespülen. In den Lösungen mit der Uebersättigung gegen 2 % und mehr erhalten die auf {111} liegenden Krystalle die Form einer dicken Tafel; in den auf {100} liegenden Krystallen entwickelt sich bloss ihre obere Hälfte; diejenigen, welche den Boden mit {110} berühren, erhalten eine längliche domatische Form. (Erklärung siehe G. Wulff, l. c. S. 463—464.)

§ 6. Einfluss der Concentrationsströme auf die relativen Dimensionen der Flächen.

In der Einleitung deutete ich an, dass für mich die Gewinnung von Krystallen mit möglichst breiten Flächen {110} und {100} von grosser Bedeutung war.

Von den Kaliumaluminium-Alaunkrystallen, welche man aus reiner wässriger Lösung erhält, wissen wir, dass {100} und {110} untergeordnet sind, d. h. dass die Breite dieser Flächen im Vergleich mit denen von {111} unbedeutend ist. Ohne irgend welche künstliche Methoden zu verwenden,

sondern nur durch das Aussuchen der entsprechenden Bedingungen erhielt ich Alaunkrystalle mit sieben bis acht Millimeter breiten, dodekaëdrischen Flächen bei einer Breite der oktaëdrischen Flächen von zehn Millimeter und weniger.

Auf Grund der Versuche von Hrn. G. Wulff über die Krystallisation des Salzes $(NH_4)_2 Zn(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ kann man Folgendes schliessen: Wenn sich eine kleine Zahl von wachsenden Krystallen auf dem Boden des Krystallisationsgefässes befindet, so bringen die Konzentrationsströme eine genügende Menge des aus der Lösung sich ausscheidenden Salzes zu den Krystallen; dabei erscheinen die abstumpfenden Flächen entweder gar nicht, oder sie sind sehr schmal. Bei einer grösseren Anzahl von Krystallen tritt jedoch ein Mangel an Uebersättigung ein; infolge dessen können die Konzentrationsströme auf den Kanten des Krystalles keinen Ueberschuss absetzen, und deswegen erscheinen statt der Kanten breite abstumpfende Flächen.

Hr. G. Wulff giebt drei photographische Aufnahmen¹⁾, welche uns zeigen »wie während des Wachsthums je nach der Annäherung der Ecke eines Krystalles an einen anderen wachsenden Krystall die die Ecke abstumpfende Fläche erscheint und wächst«. Diese von Hrn. G. Wulff für mikroskopische Krystalle beschriebene Erscheinung hatte ich aber Gelegenheit mehrere Male im sehr grossen Maassstabe zu beobachten. Sehr häufig entstand gegenüber der Würfffläche der Seitenzone des auf (100) liegenden Krystalles ein ebenso orientirter Krystall. Beim Weiterwachsen dieser Krystalle blieb zwischen ihnen ein breiter Zwischenraum, denn die Stoffzufuhr zu den Würffflächen (welche diesen Zwischenraum begrenzten) war sehr unbedeutend, weil der kleine Krystall den sich ausscheidenden Ueberschuss den ihm zugekehrten Theile des grossen entzog und dadurch ein Zurückbleiben seiner Würfffläche bewirkte. Diese beiden Flächen erscheinen daher sehr gross im Vergleich mit den anderen Würffflächen an diesen Krystallen. Ein analoges Beispiel bot ein dodekaëdrischer Krystall dar, der in 9,5 l Lösung zusammen mit sechs anderen Keimen gezüchtet wurde und sich auf ein Drittel des Radius des Gefässes von der Wand entfernt befand (von der Wand fünf Centimeter, vom Centrum zehn Centimeter; er lag so, dass seine binäre Symmetrieaxe parallel zum Radius des Gefässes war). Jenes Ende des Krystalles, welches gegen die Wand des Gefässes gerichtet war, hatte eine breite Würfffläche (4 qcm); die andere Ecke aber, zum Centrum des Gefässes gerichtet, hatte bloss eine unbedeutende Abstumpfung (4 qmm). Wenn man also zwei Krystalle neben

1) Die citirten photographischen Aufnahmen und deren Erläuterung sind in der russischen Ausgabe der Abhandlung von H. G. Wulff enthalten. In der deutschen sind sie ausgelassen worden.

einander ziemlich nahe mit den entsprechenden Flächen stellt, so kann man breite Abstumpfungen erhalten; das erreicht man aber nur dann, wenn die angegebenen Flächen vertical gestellt werden können. Die dodekaëdrischen Flächen kann man nicht auf diese Weise behandeln, da sie einen ziemlich stumpfen Winkel mit dem Horizonte bilden; dabei kann man aber auch leicht, in Folge eines Mangels an Uebersättigung, skelettartige Flächen erhalten. In diesem Falle ist es nöthig, dass alle im Krystallisirgefässe wachsenden Krystalle einander die Uebersättigung entziehen. Dies erreicht man durch Züchten einer genügenden Zahl von Keimen in einer ziemlich bedeutend übersättigten Lösung. In vielen Versuchen wurden auf fünf Liter vier bis sieben Keime genommen, und ungeachtet der verschiedenen Procente der Uebersättigung erhielt man schmale granatoëdrische Flächen. Doch die Menge der Keime und der Grad der Uebersättigung sind nicht die einzigen Bedingungen. In ein Gefäss von 30 cm Durchmesser wurden neun Liter der Lösung mit 2% Uebersättigung eingegossen, welche eine Säule von 135 mm Höhe bildeten; darin legte man 44 Keime ein. In fünf Liter ebenso übersättigter Lösung in gleichen Gefässe (76 mm hohe Säule) wurden 44 Keime hineingelegt. Diese beiden Versuche gaben Krystalle mit sehr schmalen {110}. Die breitesten Flächen {110} (bis 8 mm) erhielt ich in einer 108 mm hohen Lösungsschicht (5 l, Uebersättigung 2,5%, 40 Keime, 24 cm Durchmesser des Bodens des Gefässes). Die analogen Versuche in einer Lösungsschicht, welche dicker oder dünner als 108 mm war, bieten jedoch immer nur schmale dodekaëdrische Flächen dar. Hier spielt also die Höhe der Flüssigkeitssäule eine wichtige Rolle.

Man könnte vermuthen, dass von der Dicke der Lösungsschicht die Geschwindigkeit der Circulationsströme und die Erneuerung der die wachsenden Krystalle unmittelbar umhüllenden Lösung abhängt. Das Optimum zur Erscheinung der breitesten Flächen {110} findet bloss bei einer gewissen Dicke der Lösungsschicht statt.

Wenn die aufsteigenden Ströme gerade entsprechend verminderte Geschwindigkeit besitzen, und dabei auch genug Krystalle vorhanden sind, sodass sie von der zufließenden Uebersättigung nicht zu reichlich ernährt werden, so kommt das zu Stande, was wir in allen Krystallisationen in fünf Liter mit der Uebersättigung 2,5% und mit zehn Keimen in einem Gefässe von 24 cm Durchmesser, d. h. in einer Säule der Flüssigkeit von 108 mm, gesehen haben. Die niedersteigenden Ströme gelangen zu den Krystallen ziemlich stark übersättigt; sie werden leichter, nachdem sie zum Theil ihre Uebersättigung auf den niederen Partien des Krystalles gelassen haben; sie erheben sich auf die Flächen {110}, von wo sie theils nach oben, theils auf die Fläche {111} steigen; das tritt jedoch nicht sehr rasch ein, infolge dessen fließen die Ströme mit neuer Uebersättigung ziemlich langsam. Bei diesem Processe streben die Ströme die nährnde Oberfläche

des Krystalles möglichst zu vermindern¹⁾, so dass bei zehn ziemlich nahe bei einander liegenden Krystallen ein Mangel an sich ausscheidendem Ueberschusse bei verminderter Abgabe desselben stattfindet. Die Ströme setzen deswegen den Stoff nicht auf den Kanten ab, sondern sie bilden an deren Stelle breite abstumpfende Flächen. Dafür sprechen die folgenden Gründe: 1) die breiten Abstumpfungen erscheinen bloss an denjenigen Krystallen, die den Boden des Gefässes mit der Fläche $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ berühren, und nur in den oberen, nicht aber an den Seiten solcher Krystalle; deren Seitenflächen $\{110\}$ sind senkrecht zum Boden des Gefässes, deswegen gleitet der Strom längs dieser Flächen, ernährt sie reichlich und kann sie nicht verlassen; dabei nähren sich die unteren Partien des Krystalles viel besser als die oberen; 2) in Folge dessen entstehen schmale Abstumpfungen an den Krystallen, welche auf den Flächen $\{100\}$ oder $\{110\}$ liegend wachsen, unter recht verschiedenen Umständen der Krystallisation.

Die unmittelbare Beobachtung der Entwicklung der Dodekaëder- und Würfelflächen begründet diese Anschauungen. In den angegebenen Fünf-Liter-Versuchen erreichte die Breite der abstumpfenden Flächen das beobachtete Maximum. In diesen Versuchen besaßen die Konzentrationsströme schon am dritten Tage die volle Kraft, die Krystalle waren zu dieser Zeit ziemlich gross und die Dodekaëderflächen hatten fast dieselbe Breite, welche am Ende des Versuches beobachtet wurde. Diese Flächen entwickeln sich nämlich während der vollen Thätigkeit der Konzentrationsströme, und wenn die letzteren verschwinden, so vermindert sich ihre Grösse im Vergleich mit der ganzen Oberfläche des Krystalles, weil sie ihre ursprüngliche Grösse behalten²⁾; ausserdem vermindern diese Flächen auch absolut ihre Grösse, indem sie immer schmaler werden. Die weniger energisch, d. h. langsamer wachsenden Würfelflächen befinden sich unter günstigeren Umständen, als die von $\{110\}$; sie sind immer breiter als die letzteren; wenn sich also $\{110\}$ entwickelt, so kann das bei $\{100\}$ noch besser der Fall sein.

So sind die Verhältnisse bei der entsprechenden Uebersättigung der Lösung.

Bei einer zu geringen Uebersättigung findet die Krystallisation langsam statt. Die Ströme erhalten die Möglichkeit, ihre ganze Uebersättigung an die Krystalle abzugeben, und dadurch kommt es nicht zu einem Mangel, welcher durchaus zur Bildung der breiten Abstumpfungen nöthig ist.

Breite Abstumpfungen bilden sich dann, wenn die Ströme den ganzen Krystall umspülen, die Ausscheidung des übersättigenden Ueberschusses schnell stattfindet und wenn dieser Ueberschuss in kurzer Zeit zwischen

1) Wulff l. c. S. 460.

2) Als Beweis, dass die Flächen $\{110\}$ während des Wachsens einige Zeit von derselben Breite bleiben, dient die Anordnung, in welcher sich die unter diesen Flächen liegenden Einschlüsse befinden.

mehreren Krystallen getheilt werden muss. Diese Umstände fanden in meinen Fünf-Liter-Versuchen mit der Uebersättigung 2,5% und zehn Keimen gegen den dritten Tag des Versuches statt.

Unter solchen Umständen nährt sich der Krystall ausnahmsweise bloss von den Strömen, denn die Diffusion durch die den Krystall bedeckende Membran eines sich schnell bewegenden Stromes ist unbedeutend. Nach den Worten G. Wulff's »streben zu dieser Zeit die Ströme den Krystall abzurunden«¹⁾. Je nach der Verminderung der Uebersättigung der Lösung fangen die Ströme an schwächer zu werden, bleiben in Folge kleiner Geschwindigkeit eine längere Zeit bei dem Krystalle und nähren dadurch reichlich die energischeren Flächen. Inzwischen hören sie auf, eine allgemeine, den Krystall umspülende Strömung zu bilden und zerfallen in mehrere kleine Einzelströme, welche sich von vielen Punkten der Krystalloberfläche erheben. Die Diffusion wirkt dann mit den Strömen zusammen auf das Wachsthum des Krystalles; die wenig energischen Oktaëderflächen hören fast vollständig auf zu wachsen, während die Würfel- und Dodekaëderflächen gut genährt werden, und die vorher beschriebene Trübung zeigt recht deutlich, wie letztere stärkere Ströme hervorrufen, also im Vergleich mit den Oktaëderflächen stärker wachsen. Als Resultat ergibt sich Folgendes: In allen Versuchen mit kleiner ursprünglicher Uebersättigung (1,3%, 1,2%, 1%, 0,7%) zeigten meistens die Krystalle keine Flächen {110} und nur einige darunter sie in Form von sehr schmalen Abstumpfungen. Wenn aber fünf Liter Lösung mit 2,5% oder 2% Uebersättigung mit zehn Keimen in einem Gefässe von 24 cm Durchmesser (Flüssigkeitssäule 108 mm) 20 oder sogar 30 Tage stehen gelassen wurden, sodass fast die ganze Uebersättigung sich ausschied, so waren die Flächen {110} anfangs recht breit, dann wurden sie allmählich schmaler, und am Ende des Versuches hatten darunter bloss einige recht seltene eine Breite von sechs Millimeter, nämlich diejenigen, welche anfangs so breit waren, dass ein Zuwachsen nicht mehr möglich war, weil der übersättigende Ueberschuss ausgeschieden und daher kein Stoff dafür vorhanden war.

Was diesen »Mangel« der Ernährung anbetrifft, von welchem mehrere Male gesprochen wurde, so zeigt der folgende Versuch, dass dieser Mangel durchaus nothwendig zur Entstehung der breiten Abstumpfungen ist. In fünf Liter Lösung (Uebersättigung 2,5%, Gefäss von 24 cm Durchmesser, Säule 108 mm) wurden statt zehn bloss sieben Keime gelegt. An den Krystallen dieses Versuches war während ihres Wachsens keine einzige Fläche weder des Würfels, noch des Dodekaëders breiter als ca. vier Millimeter zu sehen, und am 18. Tage waren schon fast alle Flächen {110} verwachsen.

1, l. c. S. 460.

Ausser dem, was bisher gesagt wurde, ist zum Auftreten der breiten Abstumpfungen bei einer gewissen Uebersättigung der Lösung und Höhe ihrer Säule noch eine bestimmte Grösse des Krystalles nothwendig. Sobald ich zu Keimen Kryställchen von ca. zwei Millimeter Durchmesser oder grössere als zehn Millimeter nahm, erhielt ich die breiten Flächen {110} nicht, obgleich alle anderen Bedingungen erfüllt wurden. Die breitesten Flächen {110} erhielt ich dann, wenn ich in fünf Liter (Uebersättigung 2,5%, Gefäss von 24 cm Durchmesser) zehn Keime legte von ganz gleicher Grösse (von fünf Millimeter Durchmesser), die vollständig durchsichtig, mit glatten Oberflächen, waren. Grosse Keime rufen sogleich starke Concentrationsströme hervor, die Krystallisation tritt schnell und ungleichmässig ein, die Erneuerung der Lösung um den Krystall herum findet sehr rasch statt, und ein Mangel der Nahrung kommt nicht zu Stande. Je kleiner der Krystall ist, desto schwächer sind die von ihm hervorgerufenen Ströme und umgekehrt. Die breiten Abstumpfungen erscheinen bloss bei einer gewissen Geschwindigkeit des Krystallisationsprocesses und bei einer gewissen Grösse des Krystalles.

Die Entwicklung also der breiten Abstumpfungen ist daher mit folgenden Umständen verbunden: 1) mit der Entfernung der Krystalle von einander, 2) mit ihrer Zahl, 3) mit ihrer Grösse, 4) mit der Orientirung der Krystalle gegen die Concentrationsströme, 5) mit dem Grade der Uebersättigung der Lösung und 6) mit der Dicke der Lösungsschicht.

§ 7. Zusammenhang zwischen den Concentrationsströmen und der Entstehung von Einschlüssen im Krystalle.

Bei der Beobachtung eines wachsenden Alaunkrystalles, der den Boden des Gefässes mit der Fläche (00 $\bar{1}$) berührt, kann man leicht sehen, dass von der Spitze des Oktaëders, welche durch die Fläche (004) abgestumpft wird, ein Strom, welcher sichtbar den Krystall umhüllt, aufsteigt. Von irgend welchem Punkte der Combinationskante {100} : {114} erhebt sich ein Strom, der nach innen gekrümmt ist. Nachdem dieser Wirbel auf 4—2 mm über den Krystall aufgestiegen ist, verliert er seine Wirbelbewegung und kann von dem übrigen Bündel der geraden Ströme nicht mehr unterschieden werden. Diese Erscheinung wiederholt sich periodisch. Solche Wirbel erscheinen bloss auf den Kanten dort, wo zwei Flächen, deren Wachsthumsgeschwindigkeit verschieden ist, zusammenstossen. Jede von diesen Flächen entnimmt dem Strome verschiedene Mengen der Uebersättigung, wodurch auf der Kante eine sichtbare Perturbation der Homogenität des Stromes entsteht.

Viele solche Krystalle, die auf der Fläche (00 $\bar{1}$) lagen, erhielt ich fast durchsichtig; bloss vom Anfangspunkte des Wachsthumes verlief zur Fläche (004) eine schwach sichtbare, zarte milchweisse Pyramide von Einschlüssen.

Von einem derartigen Krystalle schliß ich eine Platte parallel zu (001), um den Querschnitt des Anwachskegels zu erhalten. In diesem Schlitze zeigte sich dem blossen Auge ein weisslich trübes Quadrat, dessen Kante gegen 3 mm hatte, wie es in Fig. 2 in 13facher Linearvergrößerung dargestellt ist¹⁾. Seine Kanten sind parallel zu den Combinationskanten des Würfels und Oktaeders, und die Reihen der Einschlüsse in den Diagonalbändern sind parallel zu den Combinationskanten des Würfels und des Rhombendodekaeders. Hier sind also die Einschlüsse ganz einfach die Spuren der Flächen, welche sich vom Centrum des Krystalles

Fig. 2.



Fig. 3.



während seines Wachsens entfernen. Dasselbe zeigt Fig. 3, welche schematisch die Anordnung der Einschlüsse in den weniger vollkommenen Krystallen, welche während des Wachsens auf der Fläche {111} liegen, darstellt.

Wenn wir also in den Strömen Perturbationen über den Combinationskanten und in den Krystallen unter diesen Kanten Einschlüsse sehen, so sind wir im Stande, mit grosser Wahrscheinlichkeit Folgendes zu behaupten: Die Perturbationen in den Strömen auf den Grenzen der Flächen, welche verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit besitzen, rufen die Entstehung der Einschlüsse im Krystalle hervor.

Zu Fig. 2 ist zu bemerken, dass den allerenergischsten Flächen {110} die grössten Einschlüsse entsprechen.

Was die relative Geschwindigkeit der sich vom Würfel und Oktaeder erhebenden Ströme anbetrifft, so beobachtet man unmittelbar die grössere Geschwindigkeit derselben auf der Würfelfläche, was mit den Forderungen der Theorie vollkommen übereinstimmt.

In den rotirenden Krystallisationsgefässen²⁾ waren die Ströme sehr klar zu sehen. Sie steigen die ganze Zeit hindurch senkrecht nach oben, und der Krystall wechselt fortwährend seine Orientirung gegen dieselben. Wenn die Würfelfläche nicht horizontal ist, so erheben sich die Ströme von der Oktaederfläche, sie sind dann kaum zu sehen. Sobald aber die Würfelfläche wieder horizontal wird, werden auch die Ströme recht scharf

1) Die Ausführung dieser Photographie habe ich der Liebenswürdigkeit von Prof. G. Wulff zu verdanken. Ich benutze die Gelegenheit, um ihm meinen besten Dank für die Initiative und werthvolle Hülfe bei meinen Versuchen auszusprechen.

2) Ueber die Krystallisation in den rotirenden Gefässen siehe G. Wulff l. c. S. 502 und 508.

und eine Acceleration ihrer nach oben steigenden Bewegung ist zu bemerken.

Jetzt werde ich einige Worte über die Umstände, unter welchen man Krystalle ohne Einschlüsse erhält, sagen.

Herr G. Wulff bemerkt, dass der Krystall dann mit Einschlüssen überfüllt ist, wenn er als Resultat der Thätigkeit energischer Concentrationsströme erscheint, d. h. wenn er in stark übersättigter Lösung wächst¹⁾. Daraus könnte man a priori das Umgekehrte schliessen, nämlich: dass die in schwach übersättigter Lösung gewachsenen Krystalle keine Einschlüsse besitzen, und, je schwächer die Lösung übersättigt ist, desto grössere Garantie vorhanden wäre, dass wir in solcher Lösung fast vollständig durchsichtige Krystalle erhalten. Im Allgemeinen findet dies auch statt; auf die relative Durchsichtigkeit der Krystalle haben jedoch ausser dem Grade der Uebersättigung der Lösung viele andere Umstände Einfluss. Die von mir beobachteten Krystallisationen zeigen Folgendes:

1. Die Einschlüsse erscheinen unter denjenigen Flächen, welche am energischsten wachsen; sie häufen sich hauptsächlich unter den Combinationsecken derjenigen Flächen an, welche verschiedene Wachstumsgeschwindigkeit besitzen.

2. Unter den breiten Flächen sind fast keine Einschlüsse, und bilden sie im Gegentheil einen trüben Anwachskegel unter den verwachsenden und verwachsenen Flächen. Mit anderen Worten: es befinden sich die Einschlüsse hauptsächlich in jener Partie des Krystalles, wo ein freier Zufluss einer grossen Menge des übersättigenden Ueberschusses stattfand, wenn auch die Lösung schwach übersättigt war.

3. Von mehreren in einem Gefässe gleichzeitig wachsenden Keimen erhält man neben einander Krystalle mit Einschlüssen, und andere ohne solche.

Die Einschlüsse erscheinen manchmal bloss in einem Theile des durchsichtigen Krystalles als Folgen des intensiveren Wachsens nach einer Richtung. Die Perturbationen der Ströme finden also sogar in schwach übersättigter Lösung statt, wenn der sich ausscheidende Ueberschuss sich unter die wachsenden Krystalle ungleichmässig vertheilt. Der gleichmässige Zufluss des Stoffes wird durch eine gleichmässige Anordnung der Krystalle auf dem Boden des Gefässes erreicht. Selbstverständlich ist bei der polyëdrischen Form der Krystalle und bei ihrer Anisotropie das Erreichen ihrer gleichmässigen Anordnung in der Ebene fast unmöglich. Deswegen wuchsen in meinen Versuchen zu gleicher Zeit durchsichtige und mit Einschlüssen überfüllte Krystalle, obgleich sie sich alle aus gleichen Keimen bildeten und unter gleichen Umständen (in einem Gefässe) wuchsen.

1) l. c. S. 460.

4. Irgend welche zufällige örtliche Störungen in der Lösung rufen die Erscheinungen der Einschlüsse in den Krystallen hervor. Zu solchen Perturbationen gehört es auch, wenn einer der Krystalle sehr rasch wächst und deshalb besonders starke Ströme hervorruft (weil er als Keim ein unförmliches Bruchstück, ein Zwilling oder ein Aggregat war).

Was diese Beobachtung anbetrifft, so bleibt es uns übrig, Folgendes zu constatiren: Die in den Strömen durch einen Krystall hervorgerufenen Perturbationen wirken nicht nur auf ihn selbst, sondern auch auf die in der Nähe befindlichen Krystalle, wenn diese Perturbationen stark genug sind.

5. Die Anwendung kleiner Kryställchen als Keime, sogar in stark übersättigter Lösung, giebt mehr Garantie zur Erzielung homogener Krystalle, als die Anwendung grosser Keime in schwach übersättigter Lösung.

So erhielt ich in Neun-Literversuchen bei 4 % übersättigendem Ueberschusse, aus zehn sehr kleinen Keimen von zwei Millimeter und weniger ganz homogene Krystalle. Zehn solcher Keime in fünf Liter mit 2 % übersättigendem Ueberschusse gaben dasselbe Resultat. Wenn ich jedoch in sehr schwach übersättigter Lösung (unter 1 %) ziemlich grosse (gegen zwei Cubikcentimeter Volum), gut durchsichtige Krystalle legte, so erhielt ich Krystalle mit trüben Anwachskegeln unter den Würfelflächen; diese Anwachskegel befanden sich bloss da nicht, wo in Folge der kleinen Entfernung zwischen den Krystallen die Würfelflächen nicht verwuchsen; das Wichtigste dabei ist die Erscheinung der Einschlüsse nicht nur ganz nahe an dem Keime, sondern auch ihre Bildung bis zum Ende des Versuches, wenn die Uebersättigung bis zum möglichen Minimum gefallen war — d. h. die Anwachskegel durchdringen in den meisten Fällen die ganze Dicke der angewachsenen Kruste. Die meisten Einschlüsse unter den Würfelflächen erhielten diejenigen Krystalle, die auf den (Oktaëderflächen lagen; weniger Einschlüsse besaßen die auf dem Würfel liegenden Krystalle, und jene, welche auf dem Dodekaëder lagen, erschienen vollständig durchsichtig. Durch Verminderung der Lücken zwischen den Krystallen machte ich diese Anwachskegel schwächer; es war mir aber unmöglich, sie vollständig in den Versuchen mit grossen Keimen zu vermeiden.

Wenn man also grosse homogene Krystalle erhalten will, muss man eine grosse Menge nicht stark übersättigter Lösung nehmen und darin eine bedeutende Zahl möglichst kleiner Keime weiter züchten; die Lücken zwischen den Keimen dürfen nicht zu breit sein.

6. Wenn sich aus der Lösung, in welche die Keime gelegt wurden, Krystalle selbständig unabhängig von den Keimen ausscheiden, so enthalten diese secundären Krystalle grösstentheils keine Einschlüsse; wenn sie jedoch Einschlüsse haben, so ist die Menge derselben sehr unbedeutend und sie sind ganz regelmässig angeordnet, respective gegen die Combinationskanten streng orientirt.

In den Versuchen über das Wachsthum der Alaunkrystalle auf den fünf Millimeter grossen Keimen aus der Lösung, in welcher gegen 2,5% ursprünglicher übersättigender Ueberschuss vorhanden war, wurden die in die Lösung gelegten Keime im Laufe von 24 Stunden vom Anfange des Versuches viel grösser und blieben dabei durchsichtig. Zu dieser Zeit waren die Flächen {100} und {110} schon ziemlich breit. Erst am nächsten Tage fingen fast alle Krystalle an mit Einschlüssen zu wachsen (einige darunter blieben durchsichtig) und am vierten oder fünften Tage des Versuches wuchs schon eine durchsichtige Kruste auf derjenigen Zone, welche Einschlüsse hatte.

Ausser der ersten Generation von ausgeschiedenen Krystallen oder den weitergezüchteten Keimen erscheint eine zweite Generation von Krystallen zur Zeit, wenn die Konzentrationsströme das Maximum ihrer Stärke erreichen; wenn die Ströme schwächer werden, erscheint eine dritte Generation und zuweilen auch eine vierte. Meistentheils sind die Krystalle dieser secundären Bildungen tadellos, und die Einschlüsse, die sich darin manchmal befinden, sind sehr unbedeutend und ganz regelmässig angeordnet. Die Figur 2, S. 54 stellt nämlich den Durchschnitt des Anwachskegels von einem derartigen Kryställchen dar. Solche Krystalle sind meistentheils isosymmetrisch, die Flächen aller drei Formen sind fast gleichmässig entwickelt, haben keine Vicinalflächen und rufen besonders schwache Konzentrationsströme hervor, obwohl sie sich manchmal aus ziemlich stark übersättigter Lösung ausscheiden und von den daneben wachsenden grossen primären Krystallen sich dicke Bündel von deutlichen Konzentrationsströmen erheben.

Endlich, was die Umstände der Entstehung einschlussfreier Krystalle anbetrifft, kann ich folgenden recht interessanten Versuch anführen.

Ein grosser wasserklarer Kaliumaluminium-Alaunkrystall wurde im Laufe von 24 Stunden in seiner eigenen Lösung in einem rotirenden Gefässe weiter gezüchtet. Die Bedingungen waren folgende: 350 ccm Lösung, Uebersättigung 2%, Krystallisiergefäss acht Centimeter hoch, der Diameter des Bodens 7,5 Centimeter, Temperatur $+ 45^{\circ}\text{C.}$, zwei Umdrehungen in einer Minute, die Breite von {110} vor dem Versuche fünf Millimeter, von {001} sieben Millimeter. Während des Versuches waren starke Konzentrationsströme zu sehen. Nach dem Versuche war der Krystall noch immer durchsichtig, und zwischen der angewachsenen Kruste und dem Kern war kein Unterschied zu bemerken. Wie jedoch früher angegeben wurde, wuchsen grosse Keime in bewegungslosen Krystallisiergefässen sogar in 0,7% Uebersättigung weiter mit Einschlüssen. Der in der Lösung sich bewegendende Krystall vermischte offenbar die Schlieren von verschiedener Dichte, was das Entstehen der Perturbationen in den Strömen an den Kanten hinderte.



§ 8. Allgemeine Uebersicht und einige kritische Bemerkungen.

Bei dem Krystallisationsprocesse eines löslichen Salzes in seiner Mutterlauge sehen wir von dem Momente an, in welchem sich auf dem Boden des Gefässes ein winziges Kryställchen ausgeschieden hatte, dass an diesem Processe bloss diejenige Menge des aufgelösten Stoffes theilnimmt, welche die Lösung bei der bestimmten Temperatur übersättigt. Einige Forscher (wie L. Wulff) behaupten, dass das Lösungsmittel während der Krystallisation »frei« wird. Solche Ansicht steht im Widerspruche mit dem Begriffe der »gesättigten Lösung«¹⁾, denn so wird eine Flüssigkeit genannt, in welcher der Krystall weder wächst, noch sich auflöst; eine solche Lösung erhält man entweder durch das so lange fortgesetzte Auflösen des Stoffes, bis dieser aufhört sich bei der angegebenen Temperatur zu lösen, oder durch Krystallisation des Ueberschusses des aufgelösten Stoffes bis zu seiner vollständigen Ausscheidung. Die sättigende Menge des Stoffes ist durch das Lösungsmittel bei einer gewissen Temperatur im bestimmten Verhältnisse gebunden, und ohne die Temperatur zu erniedrigen, oder ohne das Lösungsmittel durch Abdampfen zu entfernen, kann man diesen sättigenden Stoff nicht zur Ausscheidung bringen. Die gesättigte Lösung verhält sich gegen den Krystall indifferent. Sie bildet bloss das Medium, welches den wachsenden Krystallen den aus der Lösung sich ausscheidenden Stoff zuführt und ihn zwischen die Krystalle vertheilt. Die Concentration der Lösung während der Krystallisation kann in keinem Falle unter den Sättigungspunkt fallen, wenn die Temperatur nicht steigt.

Auf dem Krystalle lagert sich der die Lösung übersättigende Ueberschuss ab, infolge dessen erheben sich vom Krystalle Ströme der Lösung, welche in Folge des Wachsens des Krystalles weniger übersättigt wurde. Diejenigen Ströme, welche vom Krystalle nach oben steigen, rufen unterhalb fließende Ströme, die zum Krystall hin gerichtet sind, hervor; letztere sind stärker übersättigt als die aufsteigenden und bringen neue Mengen des Stoffes herbei. Die Ströme erheben sich inzwischen, verdünnen zum Theil die Lösung unterwegs, erreichen die Oberfläche der Flüssigkeit, werden reflectirt²⁾, pflanzen sich in der oberen Schicht der Lösung fort und verdünnen diese Schicht. Diese Verdünnung durchdringt immer tiefer die Lösung vermittelt der Diffusion, und die niedersteigenden Ströme, welche als Resultat der nach oben steigenden erscheinen, führen den Krystallen immer weniger Stoff zu.

Die allgemeine Geschwindigkeit des Wachsens des ganzen Krystalles nimmt mit der Vergrößerung der Oberfläche des Krystalles zu und fällt mit der Erniedrigung der Uebersättigung. Im Allgemeinen wächst der

1) Siehe darüber G. Wulff l. c. S. 449, 454, 464, 467, 468.

2) Siehe die Arbeit von G. Wulff l. c. Taf. VII.

Krystall anfangs sehr langsam; wenn er eine gewisse Grösse erreicht, so ruft er immer energischere Ströme hervor, und sein Wachsthum nimmt sehr rasch zu. Nachdem die Concentrationsströme ein gewisses Maximum der Geschwindigkeit erreicht haben, bemerkt man wieder eine Verkleinerung der Wachstumsgeschwindigkeit des Krystalles, die Ströme und der Zuwachs des Krystalles werden schwächer, die Ströme verkürzen sich und verschwinden endlich vollständig. Eine scheinbare Wachstumsgrenze tritt ein. Die Lösung ist inzwischen noch übersättigt: mit dem festen Stoffe geschüttelt oder berührt, scheidet die Lösung einen feinen krystallinischen Niederschlag des übersättigenden Ueberschusses aus¹⁾.

Wenn die Ströme ihre volle Stärke erreicht haben, erscheinen secundäre Generationen von Krystallen. Das bedeutet aber nicht, wie Manche meinten (Retgers), dass die primären Krystalle nicht mehr zu wachsen im Stande wären. Im Gegentheil, man sieht unmittelbar, wie sie manchmal noch energisch wachsen und starke Ströme hervorrufen. Die Ausscheidung dieser secundären Krystalle führt vielmehr zu dem Gedanken, dass in der Lösung, hauptsächlich wenn sie in grosser Menge vorhanden ist, ein Moment eintritt, wo die allgemeine Circulation in der Lösung in einzelne Systeme zerfällt. In diesem Momente entsteht eine besondere Schwierigkeit für die Uebertragung der gesammten Uebersättigung zu allen anwesenden Krystallen, und deswegen scheidet sich zu dieser Zeit der übersättigende Ueberschuss selbständig aus. Alle diese secundären Krystalle sind immer homogen und erreichten in meinen Versuchen über zwei Cubikcentimeter Grösse. Sie wachsen gewöhnlich sehr gleichmässig und ruhig, obgleich, wie ich vorher bemerkte, von den grossen, daneben wachsenden, aus den Keimen entstandenen Krystallen sich starke Ströme erheben.

Man kann also schliessen: Die Geschwindigkeit des Wachsthum des ganzen Krystalles nimmt zu mit der Vergrösserung seiner Oberfläche.

Alles in diesem Kapitel Gesagte scheint mir schon lange bekannt und ganz elementar zu sein. Indessen giebt es Arbeiten, in welchen andere Meinungen ausgesprochen wurden. Hr. Ludwig Wulff schreibt nämlich²⁾: »Die Lösungen bei den meisten Versuchen, Krystalle zu ziehen, sind nicht durch die ganze Menge gleich concentrirt, besonders nicht bei schwankenden Temperaturen, sondern am Boden ist die Lösung ein wenig concentrirter. Je grösser der Krystall wird, in desto höhere Schichten ragt derselbe hinein. Treten nun Unterconcentrationen ein, so sind die oberen Partien der grossen Krystalle denen sehr ausgesetzt und es lösen sich leicht dieselben unter Aetzung oder Abrundung. Die abgelösten Krystalltheile

1) Erklärung s. G. Wulff l. c. S. 462.

2) N. Jahrb. f. Min. etc. 1896, 2, 134.

geben zur Bildung concentrirterer Lösungstheile Veranlassung, die zu Boden sinken, wo sich dann leicht Ueberconcentration und Neubildung von Krystallen einstellen. Sind erst kleine Krystalle vorhanden, so befinden sich diese in günstigerer Lage als die grossen Krystalle, aber nicht, weil diese nicht mehr hätten wachsen können, sondern weil ihnen die Zufuhr von Substanz abging.« Der Autor bemerkte also die von O. Lehmann beschriebenen Concentrationsströme nicht. Aus seinen citirten Worten könnte man schliessen, dass unmittelbar bei der Krystalloberfläche sich ein zu Boden sinkender Strom befindet, was unrichtig ist; denn neben dem, sogar aus schwach übersättigter Lösung wachsenden Krystalle sehen wir nach oben steigende Ströme, die ihn so eng umhüllen, dass sie keine Möglichkeit der Existenz von anderen Strömen in der Nähe des Krystalles bieten. Hr. L. Wulff behauptet, dass die Lösung während der Krystallisation bei constanter Temperatur ungesättigt werden kann. Nun dürfte aber doch unzweifelhaft bekannt sein, dass Krystalle sich bloss aus übersättigter Lösung ausscheiden; die Uebersättigung der Lösung fällt je nach dem Wachstume der Krystalle, und die Deconcentrirungsgrenze der übersättigten Lösung ist der Sättigungszustand. Diese Grenze überschreitet die Deconcentrirung nicht. Nach den Worten von Hrn. L. Wulff findet in der Lösung gleichzeitig das Wachsthum und die Auflösung des Krystalles statt¹⁾. Indem ich die theoretische Seite dieser Frage übergehe, welche der Behauptung von Hrn. L. Wulff vollständig widerspricht, kann ich sagen, dass ich öfters, und zwar mannigfache verschiedene Substanzen, bei constanter Temperatur aus einer dünnen Schicht der Lösung krystallisirte und die Krystallisation bis zu derjenigen Grenze brachte, welche zu erreichen möglich war; man controlirt dies durch Beobachtung der Ströme und durch das Gewicht der Krystalle nach dem Versuche. Meine Krystalle wuchsen manchmal so weit aus, dass sie die Oberfläche der Lösung berührten, und die Lösung, nachdem die Krystalle herausgenommen wurden, schied weiter keinen Niederschlag aus; man konnte aber weder mit blossem Auge, noch unter dem Mikroskope Aetzfiguren an den Krystallen finden, und ihre Kanten und Ecken waren nicht abgerundet.

Auf S. 133 der citirten Abhandlung von L. Wulff lesen wir: »So können sich sehr wohl die Fremdkörper auf der Oberfläche so ansammeln, dass die Diffusionserscheinungen an der Oberfläche dadurch gehemmt werden.« Meine früher angegebenen Beobachtungen über die Trübungen in der Lösung und von ihrer Anordnung auf dem Krystalle widerlegen diese Meinung des Autors. Wenn man den mit der Trübung bedeckten Krystall von der Seite betrachtet, sieht man, dass die Leinwand- und Löschpapierfasern und die Flocken des basischen Salzes fast senkrecht über der Kry-

4) Siehe G. Wulff l. c. S. 468. O. Lehmannn, Molekularphysik 1, 299.

stalloberfläche schweben und sie kaum berühren. Deswegen wachsen auch diese Körperchen nicht in den Krystall hinein, sie steigen gleichzeitig mit dem Wachsen der Fläche (111) nach oben, denn sie liegen nicht auf der Oberfläche des Krystalles: sie werden durch die Concentrationsströme von der Oberfläche auf eine gewisse Entfernung hin fortgerissen. Unter diesen Umständen kann also die Diffusion durch diese Fremdkörper nicht gehemmt werden. Da die Lösungen sogar durch Membranen diffundiren, so können diese Fremdkörper die Diffusion auch dann nicht hemmen, wenn die Ströme verschwinden und die Trübung sich auf der Krystalloberfläche absetzt.

Hr. L. Wulff sagt endlich Folgendes¹⁾: »O. Lehmann hat ja durch seine Untersuchungen gezeigt, dass die Krystalle um sich einen Hof von minder concentrirter Lösung haben. Bildet sich also ein Krystall, so entsteht er in einer Flüssigkeitspartie, die stärker concentrirt ist, als später seine unmittelbare Umgebung. Es muss erst durch den Krystall sowie Substanz an sich genommen werden, bis der Hof ausgebildet ist; erst wenn die Hofbildung vollendet ist, beginnt das langsame Wachsthum. So haben wir im Wachsthum der Krystalle zwei Stadien zu unterscheiden. Bei sehr kleinen Dimensionen nimmt die Wachsthumsgeschwindigkeit schnell ab, bis die Hofbildung vollendet ist, dann steigt sie langsam mit der Grösse der Krystalle. Dies gilt natürlich nur für Normalverhältnisse;⁷⁾ in überconcentrirter Lösung können grosse Krystalle ja auch noch schnell wachsen.«

Was »Krystallisationshof« bedeutet, wissen wir aus der Arbeit Hrn. G. Wulff's l. c. S. 460.

Die Wachsthumsgeschwindigkeit des kleinen Krystalles nimmt nach den Worten von L. Wulff schnell ab und dann wieder langsam zu. In Wirklichkeit jedoch geschieht es gerade umgekehrt: die Wachsthumsgeschwindigkeit nimmt nur zu von dem Momente an, wenn der Krystall entsteht, bis die Concentrationsströme ihre volle Stärke erreicht haben; später nimmt die Wachsthumsgeschwindigkeit ab, je nach der Verminderung der Ströme, indem sich alsdann nur noch die Reste des übersättigenden Ueberschusses ausscheiden.

Endlich ist nach der Meinung von Hrn. L. Wulff das Wachsthum des Krystalles in der übersättigten Lösung eine »anormale« Erscheinung. Wann kann man also das Wachsthum des Krystalles »normal« nennen, und in welchen Lösungen erhielt der Autor seine Krystalle?

4) S. 436.

IV. Auszüge.

1. F. W. Clarke und G. Steiger (in Washington, D. C.): **Einwirkung von Chlorammonium auf Analcim und Leucit** (Amer. Journ. Science 1900 (4), 9, 117—124).

Früher haben die Verff. gezeigt, dass Analcim, mit Chlorammonium erhitzt, einen Theil seines Natriumgehaltes verlor und etwas Ammon absorbirte (s. diese Zeitschr. 34, 105). Es wird nunmehr über weitere, in derselben Weise ausgeführte Experimente berichtet.

Analcim von Nord Table Mountain, nahe Golden, Colorado. Die Analyse ergab:

		Wasserverlust:	
SiO_2	55,72	bei 100°	0,13
Al_2O_3	23,06	180°	0,75
CaO	0,17	260°	2,44
Na_2O	12,46	300°	1,28
H_2O bei 100° C.	0,13	350°	1,76
H_2O über 100° C.	8,26	Rothgluth	2,03
	99,80		8,39

Nach fünfzehn Minuten Kochen mit kohlensaurem Natron wurden 0,45% SiO_2 des ursprünglichen und 0,57% SiO_2 des geglühten Mineralen gelöst.

Vier Experimente durch Erhitzung des gepulverten Mineralen mit Chlorammonium und nachherigem Auslaugen mit Wasser ergaben die folgenden Resultate:

Stunden erhitzt:		Temperatur:	Ausgelaugtes Natron:	Ammon im Rückstand:
A.	28	300°	4,75%	2,04%
B.	8½	350°	6,36	2,88
C.	26	350°	3,76	1,72
D.	5	340°—380°	6,70	2,85

Ferner wurde das gepulverte Mineral mit dem vierfachen Gewichte Chlorammonium gemischt und in einem geschlossenen Glasrohre erhitzt bis 350°; der ausgelaugte Rückstand zeigte praktisch den ganzen Natriumgehalt des Mineralen in $\frac{1}{2}$ Chlornatrium umgewandelt, während das gesammte frei gewordene Ammon vom zurückbleibenden Silicate absorbirt war. Drei Analysen des Rückstandes ergaben:

	Residuum A.	Residuum B.	Residuum C.
SiO_2	61,93	61,68	61,79
Al_2O_3	25,21	25,33	25,21
Na_2O	0,40	0,22	0,28
NH_3	7,23	6,95	7,71
H_2O	4,50	4,91	5,01

Berechnet man aus der dritten Analyse den unzersetzten Analcim, entsprechend 0,28 % Na_2O , 1,97 % lösliche SiO_2 und 0,46 % H_2O unter 300° C., und zieht dies von C. ab, so entspricht die Summe, auf 100 % berechnet, der Formel: $2NH_3 \cdot H_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$.

	Gefunden:	Ber. für die Formel:
SiO_2	61,07	60,92
Al_2O_3	26,15	25,88
NH_3	8,14	8,63
H_2O	4,64	4,57
	100,00	100,00

Diese Formel entspricht einem wasserfreien Ammoniumanalcim, $NH_4AlSi_2O_6$, d. h. einem Analcim, worin Natrium durch Ammonium ersetzt ist.

Weitere Experimente mit einem Ueberschusse von Ammon bestätigen die Thatsache, dass ein Atom Natrium, indem es dem Chlorammonium Chlor entzieht, nur ein Molekül NH_3 frei macht. Durch Behandlung mit Natronhydrat wurde das Ammon aus dem Rückstand ausgetrieben und das Natrium wieder absorbiert.

Mit Leucit, einem grossen Krystalle vom Vesuv, wurde der Versuch in derselben Weise ausgeführt. Die Analysen des Leucits und des ausgelaugten Rückstandes ergaben:

	Leucit:	Rückstand:
SiO_2	55,40	60,63
Al_2O_3	23,69	26,44
CaO	0,16	Spur
K_2O	19,54	0,50
Na_2O	1,25	0,25
NH_3	—	7,35
H_2O	0,24	5,17
	100,28	100,34

Die Analysen beweisen, dass Leucit dieselbe Ammoniumverbindung liefert. Um diesen Ammoniumleucit in das Kalksilicat $CaAl_2Si_4O_{12}$ unzusetzen, wurde er mit Chlorkalk geschmolzen, aber das Product war nur ein Gemenge, wie die folgende Analyse zeigt:

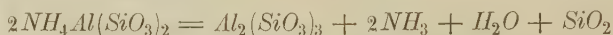
	Ber. für $CaAl_2Si_4O_{12}$
SiO_2	54,35
Al_2O_3	26,23
CaO	17,38
K_2O	0,16
Na_2O	0,25
Cl	0,28
Glühverl.	1,24
	99,89
	100,00

Dieses Product nähert sich in der Zusammensetzung dem Maskelynit, welches Groth als vielleicht einem Kalkleucit entsprechend betrachtet.

Die Wirkung des Chlorammoniums auf andere Mineralien war wie folgt:

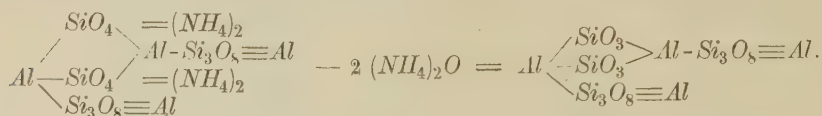
	Entzogen:		Aufgenommen:
	<i>CaO</i>	<i>Na₂O</i>	<i>NH₃</i>
Natrolith	—	17,56	8,29
Laumontit	4,54	0,35	3,95
Stilbit	6,54	1,34	5,36
Chabasit	4,37	1,13	4,55
Thomsonit	7,94	3,40	4,04
Heulandit	4,59	1,59	3,64
Pektolith	20,72	6,46	1,44
Eläolith	—	2,25	0,74
Apophyllit	24,59	<i>K₂O</i> 5,18	0,79

Wäre Ammoniumleucit ein echtes Metasilicat, d. h. ein Salz der Kieselsäure H_2SiO_3 , so sollte er durch Glühen nach der Gleichung



zerfallen, d. h. ein Viertel der Kieselsäure sollte durch Behandlung mit kohlen-saurem Natron extrahirt werden können. Beim Ammoniumleucit ist dieses nicht der Fall, deswegen behaupten die Verff., dass Analcim und Leucit nicht echte Metasilicate, sondern entweder Salze von einer polymeren Metakieselsäure oder eine Verbindung von Ortho- und Trisilicaten sind.

Man kann von einer solchen Verbindung die folgende Reaction erwarten, eine Reaction, die mit den Resultaten der Experimente übereinstimmt:



Ref.: A. S. Eakle.

2. A. F. Rogers (in New York): **Sphaleritkrystalle von einem eigen-thümlichen Habitus und mit einer neuen Form von Galena, Kansas** (Amer. Journ. Science 1900 (4), 9, 134—136).

Die Krystalle finden sich in der Tennessee Prairie Mine, fünf Meilen südlich von Galena, Kansas. Sie sind röthlichbraun, $\frac{1}{2}$ bis 3 cm gross und kommen isolirt in Thon vor. Die begleitenden Mineralien sind Dolomit, Pyrit und Chalkopyrit. Die vorherrschende Form ist {410}, und die Krystalle sind in der Richtung einer trigonalen Axe verkürzt, so dass sie hemimorph erscheinen. Ein neues Triakistetraeder $\sigma\{833\}$ wurde beobachtet, dessen Flächen gerundet und matt waren. Messungen mit dem Contactgoniometer ergaben:

Grenzwerthe von 12 Messungen:	Mittel:	Berechnet:
$(833) : (8\bar{3}\bar{3}) = 55^0 - 57^0$	$55^0 43'$	$55^0 52\frac{1}{2}'$

Die Form {411} mit rauhen Flächen kommt ebenfalls gelegentlich vor. Zwillinge sind häufiger als einfache Krystalle. Einige der Krystalle zeigen Aetzhügel auf den Rhombendodekaederflächen; dieselben sind vierseitig mit der

Symmetrieaxe parallel der kurzen Diagonale der Dodekaëderflächen. Sie ähneln den von Becke beschriebenen Figuren (diese Zeitschr. **11**, 54), ausgenommen dass die Kanten anstatt parallel, ungefähr 20° zu den Dodekaëderkanten geneigt liegen. Nach Becke ist der spitze Winkel des Aetzfiguren dem negativen Oktanten zugekehrt und dementsprechend ist die neue Form {833} positiv.

Ref.: A. S. Eakle.

3. F. W. Clarke und G. Steiger (in Washington, D. C.): **Einwirkung von Chlorammonium auf Natrolith, Skolezit, Prehnit und Pektolith** (Amer. Journ. Science 1900 (4), **9**, 345—351).

Natrolith von Bergen Hill, New Jersey, wurde mit dem vierfachen Gewichte getrockneten Chlorammoniums bis 350° in einem geschlossenen Glasrohre während neun Stunden erhitzt mit folgenden Resultaten:

	Analyse des Minerals:	Rückstand nach d. Kochen mit Na_2CO_3	Ders. auf 100 reducirt ¹⁾ :	Ber. f. ein. wasserfreien Ammoniumnatrolith $(NH_4)_2Al_2Si_3O_{10}$
SiO_2	46,62	53,74	53,86	54,06
Al_2O_3	26,04	29,94	30,52	30,43
CaO	4,48	0,34	—	—
Na_2O	45,67	0,37	—	—
NH_3	—	9,26	9,85	10,14
H_2O bei 100°	0,39	0,42	—	—
H_2O über 100°	10,18	5,94	5,77	5,37
	<u>100,38</u>	<u>99,98</u>	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>

Die Resultate beweisen eine fast vollständige Substitution des Natriums durch Ammonium.

Skolezit in radialen Nadeln von Whale Cove, Grand Manan-Insel, Neu-Braunschweig (eine neue Localität), in derselben Weise behandelt, ergaben:

	Analyse des Minerals:	Rückstand A.	Rückstand B.
SiO_2	45,86	53,39	53,69
Al_2O_3	25,78	30,54	30,50
CaO	13,92	0,62	0,42
Na_2O	0,44	—	0,29
NH_3	—	8,48	8,91
H_2O bei 100°	0,40	0,74	0,12
H_2O über 100°	13,65	6,28	6,52
	<u>100,02</u>	<u>100,02</u>	<u>100,45</u>

Offenbar ist das erhaltene Product dasselbe wie vom Natrolith. Der Wasserverlust dieser beiden Mineralien betrug:

1) Nach Abzug von 0,86% löslicher SiO_2 , 0,42% H_2O und 4,64% des ausgelaugten ursprünglichen Minerals, entsprechend dem Natron und Kalk.

	Natrolith:	Skolezit:
Bei 100° C.	0,39	0,40
180°	0,40	0,52
250°	0,37	4,76
350°	8,54	0,55
bei niedr. Rothgl.	0,72	7,72
bei voller -	0,42	0,04
v. d. Gebläse	0,06	0,06
	10,57	14,05

In beiden Fällen ist das Wasser nicht Constitutionswasser, und die Formeln sind daher wie folgt:

Skolezit	$CaAl_2Si_3O_{10} \cdot 3H_2O$
Natrolith	$Na_2Al_2Si_3O_{10} \cdot 2H_2O$
Ammoniumnatrolith	$(NH_4)_2Al_2Si_3O_{10}$

Dies sind offenbar Salze der Säure $H_8Si_3O_{10}$, welche vermuthlich eine Orthotriokieselsäure $Si_3O_2(OH)_8$ ist; desshalb ist die Orthosilicatformel für die beiden Mineralien falsch.

Prehnit von Paterson, New Jersey, ergab die Zusammensetzung:

Wasserverlust:			
SiO_2	42,34	Bei 100°	0,21
Al_2O_3	49,95	180°	0,18
Fe_2O_3	6,20	250°	0,10
CaO	26,63	350°	0,11
H_2O	5,02	b. niedr. Rothgl.	0,28
		b. voller -	4,05
		v. d. Gebläse	0,09
	100,11		5,02

Schr geringe Wirkung fand durch Behandlung mit Chlorammonium statt, und fast kein Ammonium wurde absorhirt. Das Wasser ist hier Constitutionswasser, daher ist die Orthosilicatformel richtig.

Pektolith von Bergen Hill wurde ebenfalls (vergl. diese Zeitschr. **34**, 105) in derselben Weise untersucht, aber die Resultate waren unbestimmt; doch wurde eine Ammoniumverbindung gebildet, deren Verhältniss zu dem reducirten Rückstand auf ein Salz hindeutet, welches die approximative Formel $R'_2Ca_2Si_3O_9 \cdot 6H_2O$, wo $R' =$ ungefähr $\frac{2}{3}NH_3$ und $\frac{1}{3}Na_2O$, hat. Da die Pektolithformel $NaHCa_2Si_3O_9$ ist, so deutet dies auf die Existenz eines wasserhaltigen Ammoniumpektolithes hin.

Ref.: A. S. Eakle.

4. A. F. Rogers (in New York): **Mineralogische Notizen** (Amer. Journ. Science 1900 (4), **9**, 364—366).

Gypskrystalle finden sich in den Kohlenschiefern von Lebo, Coffey County, Kansas. Es sind einfache und Zwillingskrystalle; letztere erscheinen rhombisch-hemimorph, ähnlich denjenigen von Girgenti, welche Pirsson beschrieb (diese Zeitschr. **22**, 572). Die beobachteten Formen waren:

$$m\{110\}, b\{010\}, l\{111\}, \chi\{203\} \text{ und } u\{133\}.$$

Die Flächen waren gänzlich matt; Messungen mit dem Contactgoniometer ergaben:

	Grenzwerthe von 40 Messungen:	Mittel:	Berechnet:
$\chi : \chi (\bar{2}03) : (\bar{2}03) =$	$26^0 - 27^0$	$26^0 26'$	$27^0 0'$
$u : u (\bar{1}33) : (\bar{1}33)$	$43^0 20' - 45^0 30'$	$44 25$	$44 48$

Einige der Krystalle sind Durchkreuzungszwillinge.

Calcitkrystalle mit verschiedenem Habitus in paralleler Verwachsung finden sich in den Hohlräumen des Kalksteins von Argentine, Kansas. Die älteren Krystalle sind hellbraun und zeigen die Formen $r\{10\bar{1}1\}$, $f\{02\bar{2}1\}$ und gestreift $e\{01\bar{1}2\}$. Auf jeder der r -Flächen sitzt ein tafelartiger farbloser Calcitkrystall mit den Formen: $r\{10\bar{1}1\}$ vorherrschend, $e\{01\bar{1}2\}$ und ein unbestimmtes Skale-noëder. Von Kansas City, Missouri, wurde ein Aggregat von Calcitkrystallen mit den Formen $r\{24\bar{3}1\}$ und $f\{02\bar{2}1\}$ gefunden. Auf e sitzen kleine Rhomboëder $r\{10\bar{1}1\}$.

Calcitkrystalle des Kalksteines im westlichen Theile von Kansas, am Smoky Hill-Flusse, in den Logan-, Gove- und Trego-Counties, zeigen dreifach verschiedenen Habitus, wie folgt: 1) grosse Krystalle der Form $e\{01\bar{1}2\}$ mit gestreiften Flächen, 2) kleine Krystalle der Form $f\{02\bar{2}1\}$, 3) Krystalle, ca. 5 mm Durchmesser, mit den Formen $Z\{02\bar{2}3\}$ und $\chi\{07\bar{7}2\}$. Die Flächen dieser beiden Formen waren matt und rauh; Messungen mit dem Contactgoniometer ergaben:

	Grenze:	Mittel von 6 Messungen:	Berechnet:
$(02\bar{2}3) : (20\bar{2}3) =$	$56^0 - 57^0 30'$	$56^0 35'$	$56^0 50'$
$(02\bar{2}3) : (07\bar{7}2)$	$40^0 30' - 42$	$41 8$	$40 30$

Ref.: A. S. Eakle.

5. W. F. Hillebrand und F. L. Ransome (in Washington, D. C.): **Ueber Carnotit und die ihn begleitenden Vanadinmineralien im westlichen Colorado** (Amer. Journ. Science 1900 (4), 10, 420—444)¹⁾.

Im graulichen Sandstein nahe Placerville, am San Miguel-Flusse, San Miguel County, Col., finden sich dunkelgrüne Lagen, welche Roscoelith und winzige Flecken und schmale Adern von gelbem Carnotit enthalten. Im westlichen Theile des Montrose County, südwestlich von Paradox am La Sal Creek, ungefähr sechs Meilen vom Postamt Cashin, und am Roc Creek, ungefähr vier Meilen von seiner Mündung, kommt Carnotit ohne Roscoelith in einem weisslichen Sandstein vor. Andere Vorkommnisse des Carnotits sind in Gypsum Valley, Disappointment District, und im Blue Mountain District.

Nach Hillebrand ist Vanadin in kleinen Mengen sehr verbreitet in Sandsteinen, Kalksteinen und massigen Gesteinen, daher nach Ransome die Entstehung des Carnotits und des Roscoeliths auf einer Concentration des Vanadins durch Lösung und Wiederabsatz unter gewissen Umständen beruhen kann. Aus einer Analyse des vanadinhaltigen Sandsteines berechnet Hillebrand die Procente des grünen Silicats wie folgt (s. S. 68):

Nach der Analyse steht das grüne Silicat in der Zusammensetzung sehr nahe dem Roscoelith, jedoch stehen die Procente der Oxyde V_2O_3 und Al_2O_3 im umgekehrten Verhältnisse, eine Thatsache, welche auf die gegenseitige Ersetzbarkeit dieser zwei Oxyde hindeutet. Der Carnotit findet sich in tafelartigen

1) Vergl. auch diese Zeitschr. 34, 345.

		Roscoelith ¹⁾ :
SiO_2	46,06	45,17
TiO_2	—	0,78
V_2O_3	12,84	24,01
Al_2O_3	22,55	11,54
Fe_2O_3	0,73	FeO 1,60
CaO	0,44	—
BaO	1,35	—
MgO	0,92	1,64
K_2O	8,84	10,37
Na_2O	0,22	0,06
H_2O bei 105^0	1,98	0,40
H_2O - 105^0 — 300^0	0,51	0,17
H_2O über 300^0	3,56	4,12
	100,00	99,86

radialen Krystallen mit pyramidalen Endigungen; kein Pleochroismus und Auslöschung parallel der Längsaxe. Die allgemeine Ausbildung deutet auf das hexagonale System.

Analysen der Carnotiterze von 1) Copper Prince Claim, Roc Creek, 2) Yellow Boy Claim, La Sal Creek, und 3) Yellow Bird Claim, La Sal Creek (ein sehr armes Erz) ergaben:

	1a.	1b.	1c.	2a.	2b.	3.
Unlöslich	7,10	8,34	19,00	10,33	—	—
UO_3	54,89	52,25	47,42	54,00	52,28	20,51
V_2O_5	18,49	18,35	15,76	18,05	17,50	7,20
P_2O_5	0,80	0,35	0,40	0,05	Spur	—
As_2O_5	Spur	0,25	—	—	—	—
Al_2O_3	0,09	?	0,08	0,29	?	0,08?
Fe_2O_3	0,21	1,77	0,72	0,42	3,36	0,25
CaO	3,34	2,85	2,57	1,86	1,85	1,64
SrO	0,02	?	?	Spur	Spur	?
BaO	0,90	0,72	0,65	2,83	3,21	0,29
MgO	0,22	0,20	0,24	0,14	0,17	0,07
K_2O	6,52	6,73	6,57	5,46	5,11	1,51
Na_2O	0,14	0,09	0,07	0,13	0,02?	0,01
Li_2O	Spur	?	?	Spur	?	?
H_2O 105^0	2,43	2,59	1,85	3,16	4,52	1,85
H_2O 350^0	2,11	3,06	2,79	2,21	3,49	1,64 (300^0)
H_2O + 350^0	—	—	—	—	—	0,19 (+ 300^0)
PbO	0,13	0,25	0,18	0,07	—	0,09
CuO	0,15	0,20	0,22	Spur	—	Spur
SO_3	—	0,12	0,18	—	—	—
MoO_3	0,18	0,23	0,18	0,05	—	0,04
SiO_2	0,15	0,06	0,13	0,20	—	0,07
TiO_2	0,03	0,10	?	?	—	0,06
CO_2	0,56	0,33	—	—	—	—
	98,46	98,84	99,01	99,25		

1) Vergl. diese Zeitschr. 34, 102.

Die Zusammensetzung, berechnet aus diesen Analysen, ist:

	1a.	1b.	1c.	2a.	2b.	3.
V_2O_5	20,72	21,09	20,42	20,54	19,85	20,62
P_2O_5	0,90	0,40	0,51	0,06	—	—
As_2O_5	—	0,29	—	—	—	—
UO_3	64,53	60,06	60,55	61,44	59,31	58,75
CaO	3,03	2,77	3,28	2,11	2,10	4,70
BaO (SrO)	1,03	0,83	0,83	3,22	3,64	0,83
MgO	0,25	0,23	0,31	0,16	0,19	0,20
K_2O	7,31	7,73	8,39	6,21	5,80	4,33
Na_2O	0,15	0,10	0,09	0,15	0,02	0,03
$H_2O - 105^0$	2,72	2,98	2,36	3,59	5,13	5,30
$H_2O + 105^0$	2,36	3,52	3,56	2,52	3,96	5,24
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Darnach ergeben sich so weit variirende Verhältnisse, dass man keine bestimmte Formel für das Mineral berechnen kann; deshalb glaubt Hillebrand, dass die Zusammensetzung und die einfache Formel, nämlich $2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot K_2O \cdot 3H_2O$, für Carnotit nach Friedel und Cumenge (diese Zeitschr. **34**, 345) zweifelhaft sind. Nach Hillebrand ist der Carnotit kein einfaches Mineral, sondern ein Gemenge von verschiedenen Substanzen, welche Kalk und Baryum in erheblichen Mengen enthalten.

Ref.: A. S. Eakle.

6. O. A. Derby (in Rio Janeiro): **Notizen über Monazit** (Amer. Journ. Science 1900 (4), **10**, 217—221).

Die Behandlung von Monazitpulver mit Säuren ohne Erhitzung während 68 Stunden ergab folgende Mengen gelöster Phosphorsäure:

in HNO_3	2,51 0/0
HCl	1,62
H_2SO_4	1,39

Monazit lässt sich von dem begleitenden Zirkon und ebenso von Xenotim leicht durch den Elektromagneten trennen. Selbst ein winzig kleines Körnchen von Monazit kann man durch Behandlung mit Schwefelsäure und Abdampfen der Säure identificiren; das Cersulfat krystallisirt in Kügelchen von radialfasrigen Nadeln oder in kleinen Kryställchen aus.

Die Monazitkörner aus dem Conglomerat der Cavallo Morte Diamantnine, nahe Diamantina, zeigen glänzende, tief geätzte Flächen im starken Gegensatz zu den gerundeten Zirkonkörnern. Die Quarzkörner sind in ähnlicher Weise geätzt. Manche der Monazitkörner aus dieser Localität zeigen secundäre Fortwachsungen; ein dunkles Centrum ist umhüllt von klarem Material mit derselben Zusammensetzung und Orientirung.

Die Monazitkrystalle mit dem eigenthümlichen prismatischen Habitus von Sao João da Chapada und Sopa nahe Diamantina (diese Zeitschr. **34**, 401) finden sich in einen Chlorit-Cyanit-Schiefergestein und enthalten Einschlüsse von Hämatit und seltene winzige Rutilnadeln; demzufolge ist die Entstehung des Monazits vermuthlich eine secundäre.

Der stark basische Charakter einiger dieser Schiefergesteine beweist, dass der Monazit nicht gänzlich auf saure Gesteine beschränkt ist.

Ref.: A. S. Eakle.

7. L. V. Pirsson und H. H. Robinson (in New Haven, Conn.): **Ueber die Bestimmung von Mineralien in Dünnschliffen durch ihre maximale Doppelbrechung** (Amer. Journ. Science 1900 (4), **10**, 260—265).

Nach einer allgemeinen Einleitung über die Bestimmung der Stärke der Doppelbrechung der Gesteinsmineralien geben die Verfasser Tafeln der maximalen Doppelbrechung mit einem Diagramm, welches graphisch die Beziehung zwischen jener Grösse, der Dicke des Schliffes und der beobachteten Interferenzfarbe darstellt.

Ref.: A. S. Eakle.

8. J. H. Pratt (in Chapel Hill, N. C.): **Vorkommen von Korund in Nord-Carolina** (Ebenda 295—298).

Auf der Sheffield Mine in Cowee Township, Macon County, Nord-Carolina, findet sich Korund in Fragmenten und Körnern in einer Tiefe von 77 Fuss in unzersetzten Amphibolschiefern. Der Schiefer ist vermuthlich ein metamorphosirter Gabbro und die allgemeine Ausbildung der Fragmente führt auf die Vermuthung, dass der Korund ein ursprünglicher Bestandtheil des massigen Gesteins war.

Der Quarzschiefer, welcher sich vom nördlichen Theile des Rubin County, Georgia, bis Yellow Mountain, Clay County, Nord-Carolina, ausdehnt, enthält kleine Fragmente von grauweisslichem und blauweisslichem Korund. Dieser Schiefer ist vermuthlich aus metamorphosirten Sandstein- und Thonschichten, die reich an Thonerde waren, hervorgegangen, und der Korund ward offenbar während des Metamorphismus gebildet.

Ref.: A. S. Eakle.

9. J. E. Spurr (in Washington, D. C.): **Skapolithgesteine von Alaska** (Ebenda 310—315).

Der Verf. fand Skapolith, vermuthlich Dipyr, in einem Hornblendediorit am Yentna-Flusse, und auch in einem Quarzporphyr am Kuskokwim-Flusse, in Alaska, und betrachtet dieselben als ursprüngliche Gemengtheile des Gesteins.

Ref.: A. S. Eakle.

10. A. N. Winchell (in Butte, Mont.): **Mineralogische und petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine von Minnesota** (Amer. Geol. 1900, **26**, 151—188, 197—245, 261—306, 348—388).

Eine Analyse des Pyroxens aus einer Olivindiabas von Pigeon Point, Minnesota, ergab:

SiO_2	45,05
TiO_2	4,39
Al_2O_3	0,46
Fe_2O_3	5,50
FeO	14,90
MnO	1,58
MgO	15,15
CaO	10,72
Na_2O	1,27
K_2O	0,78
H_2O	0,13
	99,63

Die Grösse des optischen Axenwinkels dieses Pyroxens variirt sehr stark; die Messungen zeigten ein Minimum $2E = 13^{\circ} 46'$ bis zu der normalen Grösse $2E = 110^{\circ}$, daher schlägt Verf. den Namen Pigeonit für diesen optisch anormalen Pyroxen vor.

Messungen der Winkel des Labradorits aus den Anorthositen von Carlton Peak ergaben:

$(001) : (010)$	$= 85^{\circ} 44' 1)$
$(110) : (010)$	$= 59 \ 42$
$(1\bar{1}0) : (110)$	$= 58 \ 45$
$(001) : (110)$	$= 65 \ 45$
$(001) : (150)$	$102 \ 6$
$(001) : (001)$	$171 \ 25$

Aus diesen Winkeln berechnete der Verf. das Axenverhältniss $a : b$ und die Winkel des Labradorits, jedoch enthalten die von ihm angegebenen Zahlen so viele Fehler, dass von dem Ref. eine vollständige Neuberechnung vorgenommen werden musste, deren Resultat das folgende ist:

$$a : b = 0,6261 : 1$$

$$\alpha = 93^{\circ} 48', \beta = 115^{\circ} 48', \gamma = 90^{\circ} 4'.$$

$(0\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	$= 62^{\circ} \ 3'$
$(010) : (100)$	$88 \ 6$
$(010) : (150)$	$19 \ 17$
$(001) : (150)$	$77 \ 41$
$(1\bar{1}0) : (100)$	$29 \ 51$
$(110) : (100)$	$28 \ 54$
$(001) : (100)$	$64 \ 8$
$(001) : (1\bar{1}0)$	$69 \ 36$
$(001) : (150)$	$102 \ 19$
$(001) : (001)$	$171 \ 28$

Refractionsindices: $\alpha = 1,5705$, $\beta = 1,5660$, $\gamma = 1,5626$.

Auslöschungswinkel auf $(001) \ 12^{\circ}$, auf $(010) \ 26^{\circ}$, Zone $\perp (010) - 38^{\circ}$
Maximum. Dispersion $\varrho > \nu$.

Die Analyse ergab:

SiO_2	53,38
Al_2O_3	29,70
Fe_2O_3	0,21
CaO	11,90
MgO	Spur
Na_2O	4,30
K_2O	0,56
H_2O	0,37
	<hr/>
	100,42

Spec. Gew. 2,704.

Die Zusammensetzung ist ungefähr Ab_3An_4 .

Messungen der optischen Axenwinkel in Zimmtöl ergaben:

Thallium:	Natrium:	Lithium:
$2V_a = 83^{\circ} 29'$	$83^{\circ} 47'$	$84^{\circ} 9'$

1) Mittel von 27 Messungen.

in destillirtem Wasser:

$$2V_a = 83^0 27' \quad 83^0 38' \quad 84^0 5'.$$

Messungen des Labradorits von anderen Localitäten ergaben:

	Spec. Gew.:	Winkel (004):(040)	Auslöschung	
			auf (004)	auf (040)
Kamenoi Brod, Russland Ab_7An_8	2,697—2,700	93° 58'	6½°—11½°	20°—24°
Kiew, Russland	- 2,696	93 56	21 — 24	6 — 9
Labrador	- 2,696—2,698	93 54½	22 — 25	6 — 10
Poulkonka-Thal, Russl. Ab_3An_4	2,704	94 42	9½ — 11½	5°

Unter den secundären Mineralien im Anorthosit von Carlton Peak giebt Verf. Mesolith, Skolezith und Pseudomesolith an.

Der Pseudomesolith kommt in fein radialfaserigen Massen vor und ist vermuthlich triklin. Gute Spaltbarkeit nach $\{1\bar{1}0\}$ und $\{110\}$. $H. = 4,5-5$. Spec. Gew. = 2,245. Schmilzt leicht (ca. 2) zu einem weissen Email. Farblos bis weiss; matt bis perlmutterartiger Glanz. Maximale Auslöschung der Fasern 20°. Optischer Axenwinkel sehr klein. Doppelbrechung schwächer als die des Mesolith. Die grösste Elasticitätsaxe a liegt parallel den Fasern und ist spitze Bisectrix. Das Mineral gelatinisirt mit Säuren.

Die Analyse ergab:

SiO_2	45,25
Al_2O_3	25,69
Fe_2O_3	4,40
MgO	Spur
CaO	9,75
Na_2O	4,24
K_2O	0,47
H_2O	42,99

99,79 Spec. Gew. 2,249.

Die Messung eines Mesolithkrystalles von Takdempt, Algerien, ergab:

$$(110):(1\bar{1}0) = 88^0 25'.$$

Ref.: A. S. Eakle.

11. E. C. E. Lord (in Washington, D. C.): **Notizen über die Geologie und Petrographie der Monhegan-Insel, Maine** (Amer. Geol. 1900, **26**, 329—347).

Die Analyse eines Bytownits aus einem Olivinnorit dieser Insel ergab:

SiO_2	48,06
Al_2O_3	32,54
CaO	17,51
Na_2O	4,77

99,88 Spec. Gew. 2,72.

Die Zusammensetzung entspricht $AbAn_6$. Auslöschung auf (004) = 24°, auf (010) = 33°.

Die Analyse eines Diopsids aus einem Gabbroproyroxenit von Burnt Head auf derselben Insel ergab:

SiO_2	40,64
TiO_2	0,65
Al_2O_3	25,90
Fe_2O_3	2,48
FeO	5,37
MgO	7,69
CaO	44,50
Na_2O	2,34
K_2O	0,25
H_2O	0,78

100,24

Spec. Gew. 2,94.

Ref.: A. S. Eakle.

12. G. P. Merrill (in Washington, D. C.): **Mineralanalysen** (aus: Guide to the Study of the Collections in the Section of applied Geology. — The Non-metallic Minerals. Report U. S. Nat. Museum 1899, 455—483).

In dieser vortrefflichen Arbeit beschreibt Verf. die nutzbaren Mineralien mit Bemerkungen über ihre Entstehungsart, Fundorte und Verwendung. Die Schrift enthält viele Analysen, von welchen die untenstehenden neu sind.

Analysen von Steatit.

	Francetown, N. H.:	Grafton, Vt.:	Dana, Mass.:	Baltimore Co., Md.:	Guilford Co., N. C.:	Lafayette, Pa.:
SiO_2	42,43	51,20	38,37	52,70	40,03	33,47
Al_2O_3	6,08	5,22	5,64	5,57	10,86	0,45
FeO	13,07	8,45	8,86	7,63	9,59	7,38
MgO	25,74	26,79	28,62	26,88	26,97	32,72
CaO	3,27	4,17	3,90	4,77	4,70	4,34
MnO	Spur	0,32	Spur	—	—	0,24
Na_2O	0,46	—	—	—	—	—
K_2O	0,32	—	—	—	—	—
H_2O	8,45	6,90	44,49	5,48	40,78	23,00
	99,49	100,05	99,88	100,03	99,93	99,57

Analyse von Halloysit von Edwards County, Texas:

SiO_2	45,82
Al_2O_3	39,77
K_2O	0,30
H_2O	43,38
	99,27

Analyse von Seifenstein (Lenzinit) von Ventura County, Californien:

SiO_2	67,55
Al_2O_3	42,97
Fe_2O_3	
CaO	0,77
MgO	0,85
K_2O	4,43
Na_2O	3,63
H_2O	43,67
	100,87

Ref.: A. S. Eakle.

13. H. B. Patton (in Golden, Colorado): **Thomsonit, Mesolith und Chabasit von Golden, Colorado** (Bull. Geol. Soc. Amer. 1900, **11**, 464—474).

In den Hohlräumen der Basalte vom Nord Table-Gebirge nahe Golden kommen ausgezeichnete Drusen von Zeolithen vor, unter welchen Thomsonit, Mesolith und Chabasit die gewöhnlichsten sind.

Thomsonit.

Dieses Mineral kommt in verschiedenem Habitus vor, jeder Typus repräsentiert eine verschiedene Bildungszeit.

Typus I besteht aus winzigen, einander überdeckenden quadratischen Platten mit deutlich radialer Structur und mit Atlasglanz; auf Chabasit. Die Form {010} herrscht vor, mit guter Spaltbarkeit parallel derselben. Die kleinste Elasticitäts-axe liegt parallel der *c*-Axe.

Typus II besteht gewöhnlich aus quadratischen Platten, die in Büscheln von zierlichen, schneeweißen Prismen, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll lang, oft spitz zulaufend, zusammengehäuft und auf Typ. I aufgewachsen sind.

Typus IIa besteht aus ähnlichen prismatischen Aggregaten, divergent angeordnet und hemisphärische Büschel bildend. Die Prismen sind länger und werden haarförmig, ähnlich Mesolith.

Typus III bildet dichte Massen von weissen, grobradialen blätterigen Aggregaten, oft hemisphärisch mit 1—3 Zoll Durchmesser. Die Blätter laufen oft in haarförmige Fasern aus.

Typus IIIa besteht aus dünnen, quadratischen, verworrenen Blättern, die rauhe, zellige Aggregate bilden.

Analyse des Thomsonits Typus II und III ergaben:

	II.	III.
<i>SiO</i> ₂	44,34	44,59
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	30,35	30,59
<i>CaO</i>	11,20	11,45
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	5,04	4,66
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	12,27	12,24
	100,20	100,23

Mesolith.

Dieses Mineral kommt als ausserordentlich zierliche Aggregate von langen haarförmigen Fasern in drei allgemeinen Typen vor.

Typus a. Die Fasern bilden einen losen Filz, ähnlich roher Baumwolle.

Typus b. Die Fasern sind getrennt und bilden zierliche Bürsten. Dieser Typus kommt auf dem Thomsonit Typus IIa vor.

Typus c. Dieser besteht aus Fasern, die in einer Ebene liegen und ein Netz bilden. Die Auslöschung der Fasern ist parallel und die Längsrichtung ist positiv.

Die Analyse des Mesolith ergab:

<i>SiO</i> ₂	45,59
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	25,18
<i>CaO</i>	8,93
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	7,65
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	12,67
	100,02

Chabasit.

Dieses Mineral kommt am häufigsten vor. Es bildet dünne Krusten auf den Wänden der Hohlräume und ist immer die älteste Bildung. Die Krystalle sind weisslich bis röthlich und 5—10 mm gross. Die beobachteten Formen sind: $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{04\bar{1}2\}$, $\{11\bar{2}0\}$ und zwei Skalenoëder nur als Streifungen. Die Krystalle sind oft complicirte Durchwachsungszwillinge und ähneln denjenigen aus dem Phonolith nahe Rübendörfel in Böhmen.

Analcim kommt häufig vor in weissen und farblosen Krystallen von 1 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Formen sind $\{211\}$ und seltener $\{332\}$.

Apophyllit findet sich selten, er bildet schneeweisse, $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Zoll lange Krystalle mit Prisma und spitzer Pyramide.

Stilbit und Laumontit kommen in den Hohlräumen in zwei Generationen vor.

Ferner sind Calcitskalenoëder und Aragonit vorhanden.

Die Reihenfolge der Ablagerungen der Mineralien ist die folgende:

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1. Laumontit. | 9. Analcim. |
| 2. Stilbit. | 10. Thomsonit, Typus III. |
| 3. Chabasit. | 11. Calcit. |
| 4. Thomsonit, Typus I. | 12. Thomsonit, Typus IIIa. |
| 5. Apophyllit. | 13. Mesolith. |
| 6. Thomsonit, Typus II und IIa. | 14. Analcim. |
| 7. Laumontit. | 15. Aragonit. |
| 8. Stilbit. | |

Ref.: A. S. Eakle.

14. T. C. Hopkins (in Harrisburg, Penn.): Cambro-silurische Limoniterze von Pennsylvanien (Ebenda 475—502).

Die Analysen einiger Limonite von Great Valley und von Nittany Valley in Central-Pennsylvanien ergaben:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Fe_2O_3	78,58	83,74	78,57	83,13	81,48	82,00	68,26
MnO_2	0,08	0,31	0,01	0,15	0,07	Spur	0,19
Al_2O_3	0,88	0,33	1,21	0,74	0,49	1,94	0,28
MgO	0,54	0,34	0,55	0,09	Spur	0,17	0,08
CaO	0,30	Spur	0,62	Spur	Spur	Spur	0,07
P_2O_5	0,36	0,14	0,36	0,50	0,08	0,37	0,96
Unlöslich	2,60	0,44	—	—	—	0,44	—
SiO_2	4,25	2,57	7,65	2,47	3,98	2,98	16,13
H_2O	12,41	12,13	11,16	12,92	13,00	12,10	12,24
S	—	—	0,02	—	—	—	0,01
	100,00	100,00	100,15	100,00	99,10	100,00	98,22

- | | |
|------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Pfeifenerz, Hostler Bank. | 5. Reinfaserig, Bull Bank. |
| 2. - Pennsylvania Bank. | 6. Dicht braunes Erz, Lytle Bank. |
| 3. - Hunter - | 7. Dunkelbraunes Erz, Center County. |
| 4. Reinfaserig, Dry Hollow - | |

1., 2., 4., 5. und 6. analysirt von F. A. Genth, 3. von A. S. McCreath, 7. von John I. Thompson.

Ref.: A. S. Eakle.

15. O. C. Farrington (in Chicago, Ill.): I. Neue Mineralvorkommen. — II. Krystallformen des Calcits von Joplin, Missouri (Bull. Field Columbian Mus. Geol. Series 1900, 1, 224—238. Mit 4 Taf.).

Inesit.

Fleischrother Inesit kommt in schlanken radialen Prismen, ca. 5 mm lang, begleitet von Calcit, in schmalen Adern in zersetztem Andesit auf der San Cayetano Mine, nahe Corona, Durango District, Mexico, vor. Die beobachteten Formen waren: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $g\{201\}$, $d\{0\bar{1}1\}$, $k\{\bar{1}\bar{1}.0.12\}$, $s\{9\bar{4}6\}$; von diesen sind $k\{\bar{1}\bar{1}.0.12\}$ und $s\{9\bar{4}6\}$ neu, die erstere wurde an mehreren Krystallen und die zweite nur an einem beobachtet.

	Gemessen:	Berechnet:
$(001) : (9\bar{4}6) =$	$34^0 0'$	$34^0 10'$
$(201) : (9\bar{4}6)$	43 23	43 30
$(100) : (9\bar{4}6)$	49 47	49 48
$(0\bar{1}1) : (9\bar{4}6)$	45 20	45 21
$(0\bar{1}0) : (9\bar{4}6)$	84 30	84 33
$(001) : (\bar{1}\bar{1}.0.12)$	80 26	80 9
$(100) : (\bar{1}\bar{1}.0.12)$	52 25	53 $9\frac{1}{2}$
$(100) : (201)$	42 0	42 5
$(201) : (001)$	34 36	34 $36\frac{1}{2}$
$(0\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	48 34	49 23
$(0\bar{1}1) : (001)$	46 30	47 22
$(001) : (010)$	82 50	83 15
$(100) : (010)$	82 30	82 35
$(010) : (100)$	97 25	97 25

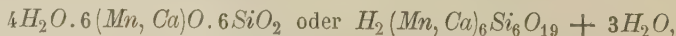
Die Formen b , a und g herrschen vor, und die Krystalle sind etwas tafelförmig parallel b . — Die Analyse ergab:

		Verhältniss:		
SiO_2	44,89	0,748	0,748	1,64
MnO	36,53	0,517	0,699	1,53
FeO	2,48	0,034		
CaO	8,24	0,148		
MgO	Spur			
H_2O (Kryst.)	5,99	0,336	0,456	1,00
H_2O (Comb.)	2,21	0,120		
	100,34			

Spec. Gew. (mit Thoulet'scher Lösung bestimmt) = 2,965.

Der Totalwassergehalt bei directer Bestimmung war 8,20 %; an der Luft wurden 5,99 wieder absorbirt.

Aus der Analyse ergibt sich: $SiO_2 : RO : H_2O$ approx. 1,5 : 1,5 : 1, H_2O (Krystallw.) : H_2O (Combinationsw.) = 3 : 1 und $Mn : Ca = 4 : 1$, daher die Formel:



welche nach dem Verf. die wahrscheinlichste für das Mineral ist.

Die nach dieser Formel berechneten Procente sind:

Theorie: Analyse auf 1000 berechnet:

$6SiO_2$	42,94	44,76
$\frac{4}{3}(6MnO)$	40,51	38,86
$\frac{1}{3}(6CaO)$	8,00	8,24
$4H_2O$	8,58	8,17
	100,00	100,00

Caledonit.

Krystalle von Caledonit, begleitet von Cerussit, Galenit, Linarit und Wulfenit, finden sich in der Stevenson-Bennett Mine, Organ Mts., nahe Las Cruces, Neu-Mexico. Ein Krystall ist 5 mm lang und 3 mm breit; die übrigen sind kleiner; alle sind nach der a -Axe verlängert. Sie sind tief bläulichgrün und durchsichtig. Im verschlossenen Rohre verknistern sie und werden schwarz und undurchsichtig, unter Wasserabgabe. Unter Aufquellung leicht schmelzbar zu einer schwarzen Kugel.

Beobachtete Formen:

$b \{010\}$	$x \{201\}$	$s \{223\}$
$c \{001\}$	$f \{012\}$	$t \{221\}$
$m \{110\}$	$e \{011\}$	

von welchen c , b , m und s vorherrschen.

Die Messungen ergaben:

Gemessen:	Beobachtet:
$(010):(110) = 47^\circ 26'$	$47^\circ 25'$
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) = 85^\circ 12'$	$85^\circ 9'$
$(223):(2\bar{2}3) = 66^\circ 35'$	$66^\circ 34'$
$(001):(201) = 74^\circ 52'$	$74^\circ 53'$
$(201):(20\bar{1}) = 36^\circ 15'$	$36^\circ 14'$

Nach den Messungen $(001):(201) = 74^\circ 52'$, $(201):(20\bar{1}) = 36^\circ 15'$ und $(20\bar{1}):(00\bar{1}) = 74^\circ 53'$ ist das Mineral streng rhombisch.

Gaylussit.

In dem derben kohlensauren Natron im Sweetwater Valley, Wyoming, finden sich winzige Krystalle von Gaylussit. Sie sind farblos und durchsichtig mit glänzenden Flächen und in der Richtung der a -Axe verlängert. Die beobachteten Formen waren $c \{001\}$, $m \{110\}$, $e \{011\}$ und $r \{\bar{1}12\}$, von welchen c und r vorherrschen, c ist gewöhnlich gestreift und m etwas matt.

Die gemessenen Winkel waren:

Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) = 110^\circ 59'$	$111^\circ 10'$
$(001):(110) = 83^\circ 30'$	$83^\circ 30'$
$(100):(\bar{1}12) = 43^\circ 20'$	$43^\circ 20'$
$(001):(011) = 54^\circ 45'$	$54^\circ 45'$
$(011):(0\bar{1}\bar{1}) = 109^\circ 23'$	$109^\circ 30'$
$(\bar{1}12):(\bar{1}\bar{1}2) = 69^\circ 34'$	$69^\circ 29'$
$(110):(011) = 42^\circ 25'$	$42^\circ 24'$
$(011):(\bar{1}12) = 27^\circ 25'$	$27^\circ 44'$
$(110):(11\bar{2}) = 53^\circ 40'$	$53^\circ 40'$

Epsomit.

In einem grossen Epsomittlager, nahe Wilcox Station, Albany County, Wyoming, kommen zahlreiche Krystalle von Epsomit vor. Die Krystalle sind lange Prismen $m\{110\}$ mit dem Sphenoid $\{111\}$.

Calcit.

Goldgelbe Krystalle von Calcit kommen vor in den Concretionen der Thonschichten in Bad Lands, Süd-Dakotah. Sie sind nur von dem einfachen Rhomboëder $f\{02\bar{2}1\}$, gewöhnlich gekrümmt, gebildet.

Die Messungen ergaben $(02\bar{2}1):(2021) = 101^{\circ}25' - 101^{\circ}35'$.

Dolomit.

Rostgelblicher Dolomit kommt nahe Lakeport, Lake County, California, vor; er wird von den Indianern als Geldstücke (sog. Po) gebraucht. Das spezifische Gewicht = 2,878.

Eine unvollständige Analyse ergab:

<i>CaO</i>	28,27
<i>MgO</i>	22,46
<i>FeO</i>	1,48

II. Calcit von Joplin, Missouri.

Die wohlbekannten grossen gelblichen Calcitkrystalle von Joplin lassen sich nach der Farbe in zwei Typen unterscheiden. Die des Typus 1 sind blassroth bis weingelb und stammen aus der Blakie Nr. 2 Mine. Typus 2 ist tief bernsteingelb bis farblos und kommt in dem Crystal Cave, Ino Mine, vor.

Die Krystalle des ersten Typus zeigen die Formen $v\{21\bar{3}1\}$ und $t\{21\bar{3}4\}$, v vorherrschend. Messungen konnten nur mit dem Contactgoniometer vorgenommen werden, gestatten jedoch die sichere Bestimmung der Formen. Die Krystalle enthalten Einschlüsse von Markasit und sind von Galenit, Dolomit und Chalkopyrit begleitet.

Die Krystalle des zweiten Typus sind sehr gross und zeigen meistens nur die Form $v\{21\bar{3}1\}$, aber zuweilen sind auch $e\{01\bar{1}2\}$, $l\{04\bar{1}5\}$ und $f\{02\bar{2}1\}$ vorhanden. Die Flächen von $\{01\bar{1}2\}$ sind immer gestreift und etwas gerundet.

Eine andere Modification dieses Typus zeigt $v\{21\bar{3}1\}$, $n\{41\bar{5}3\}$, $w\{31\bar{4}5\}$, $r\{10\bar{1}4\}$, $M\{40\bar{4}1\}$ und $l\{04\bar{1}5\}$. Die Flächen von $\{21\bar{3}1\}$ und $\{04\bar{1}5\}$ sind eben und glänzend, die von $\{41\bar{5}3\}$ und $\{31\bar{4}5\}$ parallel den Rhomboëderkanten gestreift, und die von $\{40\bar{4}1\}$ uneben durch Wachstumsvertiefungen, deren Kanten parallel den Rhomboëderkanten sind. Diese grossen Krystalle sind nur zur Hälfte ausgebildet.

Die kleineren Krystalle von der Pelican Mine, Joplin, haben die Formen $v\{21\bar{3}1\}$ und $w\{31\bar{4}5\}$. Die Flächen von $\{21\bar{3}1\}$ sind eben und glänzend und diejenigen von $\{31\bar{4}5\}$ rauh.

Die Krystalle von Leddy's Lease, Central City, ungefähr fünf Meilen von Joplin, sind farblos und haben die Formen $v\{21\bar{3}1\}$ vorherrschend, $e\{01\bar{1}2\}$, $f\{02\bar{2}1\}$, $\Sigma\{0.11.\bar{1}\bar{1}.1\}$ und $II\{07\bar{7}5\}$, mit charakteristisch gestreiften Flächen.

Krystalle von der Meadowcroft Mine, Joplin, sind farblos und haben die Formen $\eta\{04\bar{4}1\}$, $f\{02\bar{2}1\}$ und $e\{01\bar{1}2\}$, mit η und f vorherrschend. Andere Krystalle zeigen nur η und e . Die Flächen von $\{01\bar{1}2\}$ sind eben und glänzend; die von $\{02\bar{2}1\}$ parallel der Kante $f\eta$ und die von $\{04\bar{4}1\}$ parallel der längeren Diagonale der Rhomboëderfläche gestreift.

Zwillinge nach der Basis sind gewöhnlich, jedoch zeigten einige auch $e\{01\bar{1}2\}$ als Zwillingsebene. Diese letzteren Zwillinge sind farblos bis bernstein-

gelb, 0,3–0,6 cm lang und zeigen die Formen $e\{2134\}$ vorherrschend, $c\{0112\}$, $f\{02\bar{2}1\}$ und eine neue Form $\Omega\{0.20.20.1\}$. Diese liegt in den beiden Zonen $[21\bar{3}1.23\bar{1}1]$ und $[01\bar{1}2.10\bar{1}0]$ und die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(01\bar{1}2) : (0.20.20.1)$	24^0	$23^0 59'$

In der Ausbildung der Zwillinge und in der relativen Grösse der Flächen sind die Krystalle ähnlich denjenigen von Guanajuato, welche Pirsson beschrieb (s. diese Zeitschr. **22**, 344).

Ref.: A. S. Eakle.

16. W. F. Hillebrand (in Washington, D. C.): **Analysen von Anorthit und Epidot** (aus: F. W. Clarke, Contributions to Chem. a. Min., U. S. Geolog. Survey, Bull. No. 167, 1900).

Die untersuchten Mineralien kommen bei Phippsburg, Maine, in einem metamorphosirten Kalksteine vor, welcher viel Granat und etwas Pyroxen enthält. Der Epidot ist dunkelgrau bis fast schwarz und mit dem Granat gemengt. Der Anorthit kommt gelegentlich mit dem Epidot und zuweilen in grossen Krystallen nur mit dem Granat vor. — Die Analysen ergaben:

	Epidot:	Anorthit:
SiO_2	38,54	45,62
Al_2O_3	28,39	35,29
Fe_2O_3	6,89	—
FeO	0,50	—
CaO	24,12	17,31
MgO	Spur	—
Glühverlust	2,26	—
	100,70	98,22

Das cit. Bull. enthält ferner verschiedene Beschreibungen und Analysen von Mineralien von Clarke, Hillebrand und Steiger, welche schon in dieser Zeitschrift referirt sind.

Ref.: A. S. Eakle.

17. A. F. Rogers (in New York): **Mineralien aus dem Joplin-Zink- und Bleidistrict** (Kansas University Quarterly 1900, 9, 161–165).

Aus diesem Districte werden folgende Mineralien beschrieben:

1. Allophan?, dünner Beschlag auf Sphalerit und Thon aus der Big Coon Mine, Galena, Kans. Amorph, durchscheinend, farblos bis blassbraun oder grün; harzglänzend. Die Analyse ergab:

SiO_2	24,76
Al_2O_3	(41,66)
H_2O	33,58
	100,00

Spec. Gew. = 1,94.

2. Aluminit, weisser Beschlag auf Kalkstein.

3. Anglesit.

4. Aurichalcit. Blassbläulichgrüne Büschel, begleitet von Malachit, von Granby, Mo., und Galena, Kans.

5. Azurit, sehr selten.

6. Baryt.
7. Bitumen, gewöhnlich von Joplin und Webb City, selten von Galena.
8. Calamin, hemimorphe Krystalle von Granby, gewöhnlich botryoidische und stalaktitische Massen, auch Pseudomorphosen nach Calcit und Dolomit.
9. Calcit.
10. Caledonit. In kleinen Mengen auf der Big Coon Mine, als grüner krystallinischer Beschlag mit Linarit, Aurichalcit und Cerussit.
11. Cerussit, sechsstrahlige Drillinge sind gewöhnlich.
12. Chalkopyrit, gewöhnlich in sphenoidischen Krystallen.
13. Chrysokoll, dünne Schicht aus der Big Coon Mine.
14. Copiapit, gelber krystallinischer Beschlag auf Pyrit von Galena, Kans., und aus der Pilgrim Mine, Cave Springs, Mo.
15. Covellit, bläulichweisser Beschlag auf Sphalerit, aus der Big Coon Mine. Oft begleitet von Malachit, indem beide Mineralien pseudomorph nach Sphalerit sind.
16. Cuprit mit Malachit; vielleicht ist das Mineral secundär aus Chalkopyrit entstanden.
17. Dolomit, blassrosa und weisse Rhomboëder.
18. Galenit, gewöhnlich mit lamellarer Zwillingsbildung.
19. Goslarit, weisse farbige Substanz von Galena, Kans.; Var. Ferrogoslarit, braun-stalaktitisch, von Webb City, enthält $4,97\frac{0}{0}$ $FeSO_4$; Var. Cuprogoslarit (diese Zeitschr. 1904, **34**, 206).
20. Greenockit, sehr selten.
21. Gyps, Krystalle aus der kohligen Schicht südwestl. von Galena, Kans.
22. Hämatit, dünner, schwarzer, botryoidischer Beschlag auf Chert, von Galena, Kans.
23. Hydrozinkit, weisser Beschlag auf Calcium und Smithsonit von Granby, Mo.
24. Kaolinit von Cave Springs, Mo.
25. Leadhillit (diese Zeitschr. 1896, **26**, 524).
26. Limonit, als Pseudomorphosen nach Pyrit, Markasit und Chalkopyrit.
27. Linarit, dünne Schicht zwischen Cerussit und Malachit; ergab Reactionen auf Blei, Kupfer, Schwefelsäure und Wasser.
28. Malachit, gemein.
29. Markasit, Zwillinge und Fünflinge sind gewöhnlich.
30. Melanterit, weisses krystallinisches Pulver.
31. Mimetesit, auf Galenit, von Seneca, Mo.
32. Muscovit, Blättchen im Thon von Cave Spring; ohne Zweifel von secundärer Entstehung.
33. Opal Var. Tripolit, grosse Ablagerungen von weissem bis gelbem, weichem Material.
34. Pyrit, gemein.
35. Pyrolusit, ein weiches, schwarzes, botryoidisches Mineral aus der Black Hill Mine, Galena, Kans.
36. Pyromorphit, kleine grüne Prismen von Granby, Joplin und Galena. Von Granby ist das Mineral pseudomorph nach Galenit.
37. Quarz, gewöhnlich in kleinen Krystallen.
38. Smithsonit, kleine, gerundete Krystalle; auch pseudomorph nach Calcit und Dolomit, von Granby.

39. Sphalerit.

40. Schwefel, als secundäres Product von Galenit und Sphalerit, aus der Bonanza Mine, Galena, Kans.

41. Vivianit, blaues Pulver von Joplin.

42. Wavellit, kleine radialfaserige Krystalle von Jasper Co., Mo.

43. Wurtzit, kleine hexagonale Krystalle auf Sphalerit von Joplin.

44. Chalkanthit, aus Chalkopyrit entstehend, von Empire City, Cherokee County, Kans.

Ref.: A. S. Eakle.

18. J. H. Pratt (in Chapel Hill, N. C.): **Talk und Pyrophyllit in Nord-Carolina** (Nord-Carolina Geol. Survey. Economic Papers, Nr. 3, Raleigh 1900, 29 SS.).

Talk findet sich im Swain und im Cherokee County, N. C. Er ist von Tremolit begleitet und vermuthlich aus diesem Minerale entstanden. Der Tremolit ist fast rein weiss und kommt in prismatischen Krystallen in krystallinischem Kalkstein nahe dem Contact mit Quarzit vor. Limonit ist ebenfalls ein Begleiter; der Talk ist immer faserig.

Analysen des Talk von Dr. Baskerville ergaben:

	Kinsey Mine:	Hewitt Mine:	Maltby Mine:	Theorie:
SiO_2	63,07	61,35	56,80	63,49
Al_2O_3	1,56	4,42	9,06	—
FeO	0,67	1,68	1,84	—
CaO	0,30	0,82	1,40	—
MgO	28,76	26,03	23,98	31,75
Na_2O	0,79	0,62	0,72	—
K_2O	Spur	Spur	Spur	—
H_2O Glühverl.	4,36	5,10	6,14	4,76
	99,51	100,02	99,94	100,00

Der Pyrophyllit (sogen. Agalmatolith) findet sich im nördlichen centralen Theile von Moore County und im südlichen centralen Theile von Chatham County als Schichten und derbe lagerförmige Massen. Die Farbe ist gewöhnlich grünlich bis fast weiss.

Die Analysen von Dr. Baskerville ergaben:

	Schwarze Varietät:	Gelblichweisse Varietät:	Apfelgrüne Varietät:
SiO_2	61,27	64,53	63,50
Al_2O_3	25,66	29,40	28,73
FeO	5,37	0,67	0,84
CaO	0,60	Spur	Spur
MgO	Spur	Spur	Spur
Na_2O	0,83	0,28	0,37
K_2O	0,11	Spur	Spur
H_2O Glühverl.	5,86	5,45	5,85
	99,70	100,33	99,29

Das Verhältniss $Al_2O_3 : SiO_2 : H_2O$ ist approx. 1 : 4 : 1, daher ist das Mineral Pyrophyllit $4SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot H_2O$.

Ref.: A. S. Eakle.

19. F. D. Adams (in Montreal) und **J. T. Nicolson** (in Manchester): **Eine experimentelle Untersuchung über die Deformation des Marmors** (Proc. Roy. Soc. London, 1900, **67**, 228—234).

Durch Compression eines kleinen Cylinders ($3,75 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$ Durchm.) von Carrara-Marmor in einem schmiedeisenen Rohre, unter einem in der Längsrichtung ausgeübten Drucke von etwa 4260 kg pro cm^2 , wurde eine Ausbauchung des Rohres unter Deformation des Marmorcylinders verursacht. Der so deformirte Marmor ist derb, weiss und undurchsichtig und wird viel leichter als das unveränderte Material zerquetscht; seine Druckfestigkeit ist um so kleiner, je rascher die Compression gewirkt hat.

Druckfestigkeit des unveränderten Marmorcylinders	=	840 kg pro cm^2
- des in 64 Tagen deformirten	=	374 kg pro cm^2
in $4\frac{1}{2}$ St.	-	= 280 - - -
in 10 Min.	-	= 194 - - -

Dünnschliffe zeigen eine körnige, zerbröckelte Structur nach gewissen Linien, durch Scheren der Calcitkrystalle verursacht. Zwischen diesen Linien sind die Krystalle plattgedrückt, gespannt und zeigen eine sehr feine Zwillingsstreifung.

Nach Compression bei 300^0 C. ist das deformirte Gestein fast ebenso fest wie vorher (Druckfestigkeit = 744 kg pro cm^2) und zeigt im Dünnschliffe fast keine zerbröckelte Structur, sondern nur plattgedrückte und gekrümmte Körner mit zahlreichen Zwillingslamellen. Compression bei 400^0 C. erzeugt keine Zerbröckelung.

Beim Durchpressen von Wasser durch das Material während der Compression bei 300^0 C. wird das Resultat nicht geändert.

Die Deformation des Marmors ist demnach vollkommen analog derjenigen der Metalle (s. Ewing und Rosenhain, diese Zeitschr. **34**, 433) und geschieht vermöge eines Fliessens des Materials nach Gleitflächen.

Einige natürlich gekrümmte Kalke und Marmore zeigen eine ähnliche Structur.

Ref.: H. L. Bowman.

20. W. J. Sollas (in Oxford): **Ueber die innere Structur der Krystalle.**
4. Mittheilung: Reguläre Krystalle mit oktaëdrischer Spaltbarkeit (Ebenda 1900, **67**, 493—495).

In Fortsetzung seiner früheren Arbeit (diese Zeitschr. **32**, 283) behandelt der Verf. die Lagerung der Atome im Diamant und ist der Ansicht, dass dieselben nach der Methode »gedrängtester Lagerung« angeordnet sind. Dadurch wird die oktaëdrische Spaltbarkeit erklärt. Um die tetraëdrische Symmetrie des Diamanten zu erklären, denkt sich der Verf., dass die Atome eine tetraëdrische Anordnung der Pole besitzen, resp. dass sie auf tetraëdrische Weise zu vier gruppiert sind, und zwar in beiden Fällen so, dass sämtliche Tetraëder gleich orientirt sind.

Für Diamant: At.-Gew. = 12; spec. Gew. = 3,51; At.-Vol. = $3,42 =$ Gesamtvolum (»Gross volume«); Vol. eines Atomes = $\left(\frac{3,42}{4,35}\right) 2,54$; Durchmesser eines Atomes = $4,693^1$).

¹⁾ Die Worte »and its Gross volume 4,851«, welche hier hinzugefügt sind, beziehen sich auf das Volum, das den Atomen zukommen würde, wenn sie kubisch angeordnet wären, und haben keine wirkliche Bedeutung.

Der Ref.

Der dichtgelagerten Anordnung des Diamanten wird die Structur des Graphit entgegengestellt, welcher als bestehend aus Schichten von tetraëdrischen Gruppen von Kugeln betrachtet wird, wobei in jeder Gruppe eine trigonale Axe senkrecht steht und die trigonalen Axen ununterbrochen durch die aufeinanderliegenden Schichten laufen, während die in den Basisebenen der Gruppen gelegenen Kugeln eine dichtgedrängte Schicht bilden.

Das (Gesamt-) Volum einer gewissen Anzahl so angeordneter Kugeln wird $\frac{3}{2}$ mal so gross sein, wie wenn dieselben in gedrängtester Lagerung angeordnet wären (wie beim Diamant) $\left(\text{beobachtet } \frac{5,25}{3,42} = \frac{3,07}{2} \right)$.

Für den Graphit: At.-Gew. = 12; spec. Gew. = 2,286; At.-Vol. = 5,25 (Gesamtvolum).

Verf. bemerkt, dass eine derartige Gruppierung monoklin und hemimorph sein wird.

[Es giebt drei mögliche Gruppierungen, welche mit der obigen Beschreibung übereinstimmen, die sich von einander je nach der Anordnung der zwischen den dichtgedrängten Schichten gelegenen Kugeln unterscheiden. Von diesen ist: 1) Trigonal, hemimorph; 2) monoklin, spheoïdisch, d. h. hemimorph, mit einer zu den Schichten senkrecht stehenden Symmetrieaxe, aber keiner Symmetrieebene; 3) monoklin, domatisch, d. h. nicht hemimorph, mit einer senkrecht zu den Schichten gelegenen Symmetrieebene, aber keiner Symmetrieaxe. Das Gesamtvolum würde offenbar für alle drei das gleiche sein. 3) würde mit der von Nordenskiöld beobachteten, beinahe rhomboëdrischen, monoklinen Symmetrie des Graphits am besten übereinstimmen.

Der Verf. bemerkt weiter eine Correspondenz zwischen dem Tetraëderwinkel ($70^{\circ} 32'$) und dem Winkel β ($71^{\circ} 16'$) des Graphits. Dieselbe scheint aber (wie er mir jetzt berichtet) eine zufällige zu sein. Der Ref.]

Zusatz über Holzkohle (mitgetheilt vom Verf.). Das specifische Gewicht von Holzkohle (nicht Retortenkohle) kann den Werth 4,71 erreichen, was ungefähr die Hälfte desjenigen des Diamanten ist.

Man denke sich jetzt tetraëdrische Gruppen von vier Kugeln so in eine Schicht mit trigonaler Symmetrie zusammengestellt, dass die basischen Kugeln einander zu drei berühren. Wenn eine zweite gleiche, aber umgekehrte Schicht auf die erste gelegt wird, so werden die beiden Schichten ineinander passen auf die Weise, dass eine dichtgedrängte Structur gebildet wird.

Es werde nun die zweite Schicht aufgehoben und wieder aufgelegt, aber in der directen Lage, und zwar so, dass die drei basischen Kugeln eines jeden Tetraëders auf den oberen Kugeln dreier tetraëdrischen Gruppen aufruhcn. Dadurch entsteht eine sehr lockere Structur, deren Gesamtvolum offenbar zweimal so gross ist, wie das einer dichtgedrängten Structur. Dieselbe wird als mögliche Structur für Holzkohle vorgeschlagen.

Ref.: H. L. Bowman.

21. J. A. Ewing und W. Rosenhain (in Cambridge): **Ueber die krystalline Structur der Metalle** (Trans. Roy. Soc. Lond. 1900, 193 A, 353—375).

Die Verff. haben die Wirkung der Spannung auf Platten verschiedener Metalle untersucht. Die Oberfläche der zu untersuchenden Proben wurde entweder polirt oder durch Giessen auf eine polirte Platte von Glas resp. Stahl (bei leicht schmelzbaren Metallen, *Au*, *Bi*, *Cd*, *Pb*, *Sn*, *Zn*, und Legirungen) hergestellt, oder (bei *Pb*) durch heftiges Drücken einer frischgeschnittenen Fläche

des Metalles gegen eine Tafelglasplatte. Die Platten wurden zuweilen leicht mit schwacher HNO_3 geätzt, aber in den meisten Fällen nicht. Die Beobachtung geschah meist mit 1000facher Vergrößerung (gelegentlich 200 resp. 4200), bei senkrechter Beleuchtung.

Die auf Glas gegossenen Platten zeigen zuweilen kleine Vertiefungen (Blasen) in der Form negativer Krystalle, welche in einem Korn parallel, in benachbarten Körnern dagegen nicht parallel liegen. Bei *Cd* deuten die Blasen auf ein hexagonales Prisma mit Basis hin.

Durch Spannung wird die polirte Oberfläche rauh, und die Umrissse der Krystallkörner werden sichtbar (wie nach der Ätzung). Auch entsteht eine feine Streifung, welche vom Gleiten der Schichten des Kornes übereinander nach gewissen Richtungen herrührt (s. diese Zeitschr. **34**, 433). Nach dem Spannen bleibt das Korn immer noch ein Krystall. Der Erfolg der Spannung ist also nicht (wie man früher glaubte) die Umwandlung des krystallinen in einen faserigen Zustand des Metalles, sondern eine Deformation der Krystallkörner unter Gleitung nach gewissen Ebenen. Die Erhaltung der Krystallkörner wird dadurch bewiesen, dass auf einer polirten Fläche übergespannten Metalles (z. B. durch Kalthämmern) ähnliche Gleitstreifen hervorgebracht werden können. Auch sind die Ätzfiguren auf einer solchen Fläche ganz gleich denen auf einer Fläche nichtgespannten Metalles. Diese Erscheinungen haben die Verff. bei *Pt*, *Au*, *Ag*, *Cu*, *Pb*, *Zn*, *Sn*, *Cd*, *Bi*, *Al*, *Fe*, *Ni*, sowie bei Stahl, Messing und Bronze, beobachtet; Aehnliches findet sehr wahrscheinlich bei der plastischen Deformation sämtlicher Metalle statt.

Druck, Biegung und Drillung haben alle den gleichen Erfolg wie die Spannung.

Mit zunehmender Spannung wächst die Anzahl der Streifen, auch treten zuweilen mehrere Schaaren derselben nach verschiedenen Richtungen, entsprechend der Gleitung nach mehreren Ebenen, hervor. Beim Gold und Blei sind die Streifen stets genau gerade, beim Eisen dagegen sind sie meist etwas wellig. Letztere laufen meist nach den Oktaeder-, zuweilen aber auch nach den Würfelflächen.

Nach den Verff. rührt die plastische Deformation der Metalle stets nur von derartigem Gleiten, ohne Zerstörung des Krystalles, her. Beim Eisen erscheinen die Gleitstreifen gerade beim Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze.

Bei diesem Gleiten bleibt das Material in den meisten Fällen sich selbst parallel, aber es entstehen dabei zuweilen auch Zwillingslamellen (bei *Cu*, *Au*, *Ag*, *Pb*, *Cd*, *Sn*, *Zn*, *Ni*) wie beim Kalkspath. In diesem Falle unterliegen die Gleitstreifen einer scharfen Knickung an der Zwillingssebene.

Ref.: H. L. Bowman.

22. J. A. Ewing und W. Rosenhain (in Cambridge): **Ueber die krystalline Structur der Metalle, II. Das Ausglühen** (vorläufige Notiz) (Proc. Roy. Soc. Lond. 1900, **67**, 412—417).

Ein Versuch, die durch Erwärmung verursachte Umkrystallisierung eines Metalles (Eisen) direct u. d. M. zu beobachten, gelang nicht; er konnte auch nicht gelingen, weil die auf der Oberfläche einmal geätzte Figur, ebensowenig wie Ritze u. s. w., durch eine innere Umordnung der Partikelchen nicht geändert werden kann.

Die Umkrystallisierung einer durch Spannung feinkörnig gewordenen Platte gerollten Bleies geht auch bei Zimmertemperatur vor sich, wie die Verff. durch

zeitweise Aetzung und Beobachtung einer Platte während sechs Monaten bewiesen haben. Die Umwandlung wird durch Erwärmung (100° — 200°) stark beschleunigt. Das nicht gespannte feinkörnige (schnell erstarrte) Blei dagegen zeigt so keine Umwandlung bei gewöhnlichen Temperaturen.

Feinkörniges gespanntes Zinn und Zink krystallisiren rasch und vollständig um bei 150° — 200° . Beim Cadmium ist der Verlauf langsamer bei 200° .

Es wird eine Hypothese aufgestellt, welche die Umkrystallisirung als abhängig von der Uebertragung reinen Metalles von einem Korn zu den benachbarten auf elektrolytische Weise durch eine dünne Schicht einer eutektischen Legirung des Metalles mit irgend welcher Verunreinigung (welche letztere demnach eine wesentliche Rolle spielt) zu erklären versucht. Die Nothwendigkeit der Verunreinigung scheint durch einige Versuche über das Ausglühen kaltgeschweissten Bleies bestätigt zu werden.

Ref.: H. L. Bowman.

23. C. T. Heycock und F. H. Neville (in Cambridge): **Gold-Aluminium-Legirungen** (Trans. Roy. Soc. Lond. 1900, **194**, 204—232, auch (kurz) Proc. Roy. Soc. 1900, **66**, 20—21).

Die Verff. haben eine Curve construirt, welche das Verhältniss zwischen der Zusammensetzung einer Anzahl von *Au-Al*-Legirungen (als Abscissen) und den Temperaturen (als Ordinaten), bei welchen feste Krystalle sich aus denselben auszuscheiden beginnen (den »Gefrierpunkten«), darstellt.

Eine mikroskopische Untersuchung der verschiedenen Legirungen lehrt, dass ein jeder Ast der Curve dem Absatze von Krystallen von gleicher Zusammensetzung entspricht, welche von einer aus eutektischer Legirung bestehenden Grundmasse umgeben sind.

Die Curve besteht aus sieben Aesten, von denen je einer der Bildung eines bestimmten Körpers, dessen Zusammensetzung durch ein Gefrierpunktmaximum angegeben ist, entspricht.

Die sieben Aeste entsprechen: *Au* (1060° C.), *Au₄Al* (545° C.), *Au₅Al₂* (resp. *Au₈Al₃*?), *Au₂Al*, *AuAl* (?), *AuAl₂* (der violette Körper Roberts-Austen's) (1060° C.), *Al*.

Die Ergebnisse stehen in Einklang mit der Annahme, dass Metalle sich mit einander nach denselben Gesetzen verbinden, welche die Vereinigung derselben mit anderen Elementen beherrschen.

Ref.: H. L. Bowman.

24. H. E. Armstrong (in London): **Bericht des Ausschusses über isomorphe Benzolderivate** (Brit. Ass. Rep. 1900, 167—170; s. auch Rep. für 1899, 687).

I. Morphotrope Beziehungen zwischen Formanilid und dessen Substitutionsproducten.

Folgende Reihen von Anilidkörpern vom Typus $C_6H_5.NR(CO.X)$ [wo $X \equiv H, Me, Et, Pr$; $R \equiv H, Me, Et, Pr$], sowie deren Haloidderivaten sind von L. P. Wilson krystallographisch untersucht worden.

I. $C_6H_5.NH(CO.X)$.

	I. $C_6H_5.NH(CO.X)$.		β	
Formanilid	$a : b : c = 2,188 : 1 : 2,403$	$90^0 54'$	Monoklin	
Acetanilid	$c : b : a = 2,0670 : 1 : 0,8488$	90 0	Rhombisch	
Propionanilid	$c : b : a = 2,1665 : 1 : 1,0428$	90 0	-	
Butyranilid	$3a : b : 2c = 2,1663 : 1 : 1,3788$	90 0	-	

II. $C_6H_5.NR(CO.Me)$.

Acetanilid	$c : b : a = 2,0670 : 1 : 0,8488$	90° 0'	Rhombisch
Methylacetanilid	$2c : b : a = 0,7906 : 1 : 0,8494$	90 0	-
Aethylacetanilid	$c : b : a = 1,0064 : 1 : 0,8404$	90 0	-
Propylacetanilid	$c : b : a = 1,3264 : 1 : 0,8440$	90 0	-

III. $C_6H_4Br.NH(CO.X)$.

p-Bromformanilid	$c : b : 2a = 1,4400 : 1 : 2,2056$	90° 0'	Rhombisch
p-Bromacetanilid	$a : b : c = 1,3904 : 1 : 0,7459$	90 0	-
p-Brompropionanilid	$3a : b : c = 1,3400 : 1 : 0,8948$	90 0	-

IV. $C_6H_4Br.NR(CO.Me)$.

p-Bromacetanilid	$a : b : c = 1,3904 : 1 : 0,7459$	90° 0'	Rhombisch
p-Brommethylacetanilid	$a : b : c = 1,5546 : 1 : 0,9719$	70 7	Monoklin
p-Bromäthylacetanilid	$a : b : c = 1,4063 : 1 : 1,5686$	95 35	-

V. $C_6H_4Q.NH(CO.Me)$ ($Q \equiv Cl, Br, J$).

p-Chloracetanilid	$a : b : c = 1,3263 : 1 : 0,6804$	90° 0'	Rhomb.
*p-Bromacetanilid	$a : b : c = 1,3904 : 1 : 0,7459$	90 0	-
p-Jodacetanilid	$a : b : c = 1,4185 : 1 : 0,7445$	90 29	Monokl.

VI. $C_6H_3Q_2.NH(CO.Me)$ ($Q \equiv Cl, Br$).

* 2:4-dichloracetanilid	$a : b : c = 0,8263 : 1 : 0,6828$	77° 33'	Monokl.
* 2:4-chlorbromacetanilid	$a : b : c = 0,8444 : 1 : 0,6722$	77 40	-
2:4-bromchloracetanilid	$a : b : c = 0,8244 : 1 : 0,7074$	77 46	-
2:4-dibromacetanilid	$a : b : c = 0,8434 : 1 : 0,6895$	78 24	-

*Isomorph.

Das Butyranilid ist dimorph; es scheidet sich bei Zimmertemperatur aus einer alkoholischen Lösung in grossen, durchsichtigen rhombischen Pyramiden ($a : b : c = 0,6920 : 1 : 0,6792$) mit kleinem optischen Axenwinkel heraus. Während drei Monaten bei 8°—14° C. verwandeln sich diese ohne Verlust an Durchsichtigkeit und Glanz in eine einaxige tetragonale Modification ($a : c = 0,6652 : 1$). Während 80 Tagen bei 30° C. werden die Krystalle wieder rhombisch und zwei-axig, ohne jedoch die früheren Winkel genau wieder anzunehmen. Dichte der rhombischen Varietät = 1,430; der tetragonalen = 1,439.

II. Isomorphe und polymorphe substituierte Benzolsulfonchloride resp. -bromide.

Dr. E. C. Jee hat eine isotrimorphe Reihe der 4:3:4-Dihalogenderivate der Benzolsulfonchloride resp. -bromide wie folgt untersucht:

	1.	3.	4.	Triklin:	Rhombisch:	Monoklin:
I.	Cl	Cl	SO ₂ Br	stabil	—	—
II.	Cl	Br	SO ₂ Br	stabil	—	—
III.	Br	Cl	SO ₂ Br	stabil	—	—
IV.	Br	Br	SO ₂ Br	labil →	stabil	—
V.	Br	Br	SO ₂ Cl	(labil) →	stabil	labil
VI.	Br	Cl	SO ₂ Cl	—	stabil	labil
VII.	Cl	Br	SO ₂ Cl	—	labil →	stabil
VIII.	Cl	Cl	SO ₂ Cl	—	labil →	stabil

Die Umwandlung von IV, V, VII, VIII wurde unter Abkühlung auf einem mikroskopischen Objectträger beobachtet. Die labile triklone Modification von IV wurde aus einer Lösung erhalten. Das von Nr. V—VIII angenommene System wird durch Zusatz eines passenden Sulfonchlorids bestimmt.

Jee hat auch die Reihe der entsprechenden 4:3:5-Dihalogen-Benzolsulfonchloride (-bromide) untersucht, welche isodimorph sind. Zwischen der 4:3:4- und der 4:3:5-Reihe besteht keine Beziehung.

Durch die Polymorphie können also isomorphe resp. morphotrope Beziehungen leicht verdeckt werden.

Ref.: H. L. Bowman.

25. J. Joly (in Dublin): **Ueber die Bildungsfolge der Silicate in Eruptivgesteinen** (Brit. Ass. Rep. 1900, 730—731).

Mit dem Meldometer (diese Zeitschr. 22, 300) ausgeführte Versuche zeigen, dass die Mehrzahl der Silicate vor dem Schmelzen zäh werden und dass folglich ihre Schmelzpunkte, falls man sie durch langdauernde Erhitzung (4 St.) bestimmt, niedriger erscheinen, als wenn sie rasch ermittelt werden. Die Differenz wächst mit zunehmendem SiO_2 -Gehalte. Die langsam ermittelten Schmelzpunkte stimmen mit der normalen Erstarrungsfolge der betreffenden Mineralien der Gesteine überein.

Verf. giebt an, dass der Zeitverlauf bis zum sichtbaren Eintreten des Schmelzens ein Maass bildet der Beständigkeit des Krystallaggregates bei der betreffenden hohen Temperatur, so dass die relative Beständigkeit verschiedener Mineralien bei verschiedenen Temperaturen verschieden sein kann.

Auf diese Weise wird die schwankende Reihenfolge der Bildung der Mineralien (sowie die Corrosions- und Resorptionserscheinungen u. s. w.) als abhängig von der Temperatur des Magmas erklärt.

Ref.: H. L. Bowman.

26. M. F. Heddle († in Edinburgh): **Die Mineralien des Storr** (Trans. Edinb. Geol. Soc. 1899, 7 (4), 328).

Auf dem 46 km NO. von Portree auf der Insel Skye gelegenen Berge Storr kommen folgende Mineralien vor:

Chabasit (r, e, s), Apophyllit (a, p, e, r), Stilbit (b, f, e, m), Laumontit, Gyrolith, Sphärostilbit, Analcim, Mesolith, Färoelith, Steatit, Calcit (selten), Heulandit (e, s, t, m, b, u, x), Levyn (selten, c, r, s), Plynthit (Thomson's), Onyx.

Ref.: H. A. Miers.

27. A. E. Nordenskiöld (in Stockholm): **Ueber die Entdeckung und das Vorkommen der seltene Erden enthaltenden Mineralien** (Quart. Journ. Geol. Soc. 1900, 56, 521—530).

Eine historische Beschreibung der Erforschung der »Mineralien der seltenen Erden«.

Ref.: H. L. Bowman.

28. A. K. Coomára Swámy (in Guildford): **Ueber Ceylons Gesteine und Graphit** (Ebenda 590—614).

Mit Ausnahme des Mondsteines werden sämtliche Edelsteine (Rubin, Sapphir, weisser und gelber Korund, Sternsapphir, Chrysoberyll, Katzenauge,

Alexandrit, Iolith, Zirkon, Turmalin, blauer und rother Spinell, Granat und Topas) in Seifenablagerungen aufgefunden, besonders bei Ratnapura und Rakwana.

Korund, bis 9 cm auf $4\frac{1}{2}$ cm Durchm., selten verzwilligt. Beobachtete Combinationen: {11 $\bar{2}$ 0} {10 $\bar{1}$ 1} {22 $\bar{1}$ 3} {44 $\bar{8}$ 3}; {0004} {01 $\bar{1}$ 1} {11 $\bar{2}$ 4}; {0004} {22 $\bar{1}$ 3} {11 $\bar{2}$ 0}; {0004} {10 $\bar{1}$ 1} {22 $\bar{1}$ 1}; {0004} {10 $\bar{1}$ 1} {44 $\bar{8}$ 3}.

Brauner Zirkon, zuweilen Zwillinge nach (101): {100} {110} {101} {111} {311} {331} {221}.

Spinell, gerollte Oktaëder und Körner.

Gold, selten, in sehr kleiner Menge im Flusssande.

Turmalin und Graphit kommen zuweilen in rothem Laterit »Cabook« vor, welcher durch Zersetzung der unterteufenden krystallinischen Gesteine entstanden ist.

Blasser Biotit in »Kalk« zu Hakgala mit himmelblauem Apatit (Anal. I).

Wollastonit von Galle, mit Quarz, Pyroxen und Feldspath ein grobes oder feinkörniges Gestein bildend (Anal. II, III).

Hellgrüner Manganhedenbergit, ebenfalls von Galle (Anal. IV), (sämmliche Analysen von Shepherd).

Der Graphit bildet hauptsächlich Gänge in Eruptivgesteinen (Granulit zu Ragedara) und ist wahrscheinlich als Zersetzungsproduct flüssiger (Diersche) resp. gasförmiger (Walther) Koldenwasserstoffe anzusehen. In gewissen Fällen (Nilhene) ist Verf. geneigt, die erste Hypothese anzunehmen.

Es kommen auch Graphitschuppen zerstreut im Eruptivgesteine vor (z. B. zu Hakinda), welche wahrscheinlich aus dem Magma selbst ausgeschieden sind.

	Spec. Gew.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	CaO	MgO	K ₂ O	F	Glüh- verlust	Summe
I.	2,57	40,72	26,38	Spur	—	—	—	44,27	40,36	0,78	7,63	400,44
II.	2,76	54,28	2,04	—	1,34	—	45,55	—	—	—	—	400,48
III.	2,78	54,59	4,77	—	0,70	—	40,85	—	—	—	2,29	400,20
IV.	3,377	50,94	4,78	—	49,94	2,64	24,44	0,58	—	—	—	400,23

Ref.: H. L. Bowman.

29. J. Smith (in Kilwinning, Ayrshire): Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit (Geol. Mag. 1899 (4), 6, 93).

In der Nähe von Dregghorn (Ayrshire) hat Verf. scharfe Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit in einem weissen verwitterten Trappgesteine aufgefunden.

Ref.: H. L. Bowman.

30. R. W. E. Mac Ivor (in London): Gediegen Tellur aus West-Australien (Chem. News 1900, 82, 272).

Feinkörniges, weisses metallisches Tellur vom Hannan's District in West-Australien.

Te 96,935, Au = 2,399, Summe = 99,334 (Dichte = 6,2). In Australien ist das gediegen Tellur sonst nur in Ballarat (Victoria) gefunden worden.

Ref.: H. L. Bowman.

31. F. Chapman (in London?): **Die Bestandtheile des »Plateau-Gravel« von Ash bei Sevenoaks (Kent)** (Geol. Mag. 1900 (4), 7, 404).

Ein grauer sandiger Lehm enthält Hornblende, Chlorit, Turmalin, Cyanit, Glaukonit, Zirkon, Rutil. Diese Mineralien stammen wahrscheinlich aus den »Bagshot Beds«.

Ref.: H. L. Bowman.

32. J. Lomas (in Liverpool): **Die anorganischen Bestandtheile des »Crag« in Essex** (Quart. Journ. Geol. Soc. 1900, 56, 738—743).

Der gewöhnliche »Red Crag« von Beaumont, sowie die darüberliegenden Sande und Kiese enthalten folgende Mineralien:

(Dichte über 3). Zirkon, Rutil, Cyanit, Andalusit, Korund, Granat, Ilmenit, Leukoxen, Turmalin (grün, gelb, braun, blau).

(Dichte unter 3). Muscovit, Biotit, Sericit (?), Glaukonit, Mikroklin, Orthoklas, Labrador, Albit, Quarz, Apatit.

Das Gleiche enthält der »Norwich Crag«.

Im Chillesford-Sand kommen Zirkon, Rutil, Granat, Andalusit, Ilmenit, Leukoxen, Turmalin (grün, blau, gelb), Biotit, Muscovit, grüner Glimmer, Plagioklas und Quarz vor. Glaukonit fehlt hier.

Ref.: H. L. Bowman.

33. T. G. Bonney (in London): **Weitere Notizen über Blöcke u. s. w. von den Newlands Diamant-Gruben, Griqualand West** (Proc. Roy. Soc. Lond. 1900, 67, 475—484).

In Fortsetzung seiner früheren Arbeit (diese Zeitschr. 34, 433) hat Verf. eine weitere Reihe von Blöcken und Stufen des »Blue Ground« und des umgebenden Gesteins untersucht. Die Blöcke stellen vier weitere Gesteinsarten dar (Saxonit, Lherzololith, Enstatit-Eulysit, Hornblende-Gabbro), enthalten aber scheinbar keine Diamanten.

Durch Behandlung des früher beschriebenen diamantführenden Eklogit, abwechselnd mit kochender H_2SO_4 und HF , hat Sir W. Crookes einen Rückstand erhalten, welche aus mikroskopisch-kleinen rauchbraunen Diamanten mit etwas Korund zu bestehen scheint.

Die verschiedene Constitution der Blöcke widerlegt die Annahme Beck's (Zeitschr. prakt. Geol., Dec. 1899), dass dieselben Concretionen im »Blue Ground« seien.

Ferner ist ein zweites Beispiel von einem in einem Granatkrystalle eingeschlossenen Diamant aufgefunden worden.

Ref.: H. L. Bowman.

34. W. J. Sollas (in Oxford): **Die Reihenfolge der Erstarrung der Mineralien in Eruptivgesteinen** (Geol. Mag. 1900 (4), 7, 295—298).

Verf. erörtert die Verbindung zwischen der Schmelzpunktsreihe der gesteinsbildenden Mineralien und deren Erstarrungsreihe. Das Nichtübereinstimmen der beiden ist wohl manchmal (wie z. B. bei Quarz) zum grossen Theile der Anwesenheit von Wasser zuzuschreiben.

Ref.: H. L. Bowman.

35. W. Campbell (in London): **Ueber die in festen Metallen durch Druck hervorgerufene Umkrystallisirung** (Proc. Phys. Soc. 1900, 17, 337).

Die groben Krystallkörner langsam abgekühlten Zinnes werden durch Hämmern in ein feinkrystallinisches Aggregat umgewandelt. Wird ein Stück Zinn gefeilt, so erzeugen etwaige in den Feilzähnen festsitzende Spähne eine ähnliche Umkrystallisirung der Oberflächentheile des Metalles, welche durch Aetzung sichtbar wird. Ähnliches bewirkt das Sägen. Die Kryställchen sind nicht in regelmässiger Stellung zu den Mutterkrystallen. Auf ähnliche Weise verhält sich eine Legirung von Zinn mit 1 0/0 Kupfer.

Ref.: H. L. Bowman.

36. E. B. Stringer (in London): **Ueber ein verbessertes Polarisationsocular** (Journ. Roy. Microsc. Soc. 1900, 537).

Verf. empfiehlt zum Gebrauch mit aufgesetztem Nicol'schen Prisma ein positives Ocular (einfache Steinheil'sche Combination). Das Gesichtsfeld derselben ist grösser als das eines auf ähnliche Weise benutzten Huygens'schen Oculars.

Ref.: H. L. Bowman.

37. T. H. Holland (in Calcutta): **Entstehung der Magnesitablagerungen des südlichen Indiens** (Mem. Geol. Surv. India 1900, 30, 133—137).

Die Peridotite der sogenannten »Chalk Hills« (Salem Gebiet, Madras) und anderer Orte des südlichen Indiens werden von weissen Quarzmassen und Gängen begleitet, welche reichlich Einschlüsse von flüssiger CO_2 enthalten. Die Gesteine sind zum grossen Theile in Magnesit mit nur wenig Serpentin umgewandelt. Verf. glaubt, dass der Magnesit direct aus dem Olivin durch die Wirkung der CO_2 unter hohem Drucke, wofür das Vorhandensein von flüssiger CO_2 im Quarz einen Beweis bildet, und nicht aus Serpentin entstanden ist.

Ref.: H. L. Bowman.

38. G. A. Goyder (in Adelaide): **Ueber den Sulvanit, ein neues Mineral** (Journ. Chem. Soc. 1900, 77, 1094; siehe auch Vorläufige Notiz in Trans. Roy. Soc. South Australia 1900, 24, 69).

Ein metallisches Mineral aus einer neuen Grube in der Nähe des Burra, verwachsen mit Malachit, Azurit, Vanadinocker, Quarz, Calcit und Gyps; Farbe bronzearartig; Glanz metallisch; spec. Gew. 4,0; Härte 3,5. Strich fast schwarz.

Analysen: A. nach Behandlung mit kalter Salzsäure (1 : 1)

B. - - - 30 0/0 Essigsäure auf dem Wasserbade.

	<i>Cu</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	<i>SiO₂</i>	<i>Fe₂O₃</i>
A.	47,98	12,53	32,54	4,97	0,42
B.	48,95	12,68	30,80	5,72	1,53

Nach Abzug von SiO_2 und Fe_2O_3 entspricht dies der Zusammensetzung $3Cu_2S.V_2S_5$.

Vor dem Löthrohre gab eine scheinbar reine Probe im Kölbchen einen Ring von Schwefel.

Ref.: H. L. Bowman.

39. F. R. Mallet (in London): **Wasserfreie Sulfate vom Typus $2M''SO_4.R_2'SO_4$, speciell die des regulären Systems** (Journ. Chem. Soc. 1900, 77, 216).

Verf. hat zahlreiche Doppelsalze vom obigen Typus dargestellt und krystallographisch untersucht. Die Bestandtheile werden im molekularen Verhältnisse zusammengeschnolzen und dann in eine Nickelmulde gegossen. Die Producte sind scheinbar ganz homogene, einfache Substanzen und enthalten meist drusige Höhlungen, welche mit Krystallen ausgekleidet sind.

A. Salze des regulären Systems.

1. Magnesium-Kalium-Sulfat $2MgSO_4.K_2SO_4$ (Langbeinit).

Nach dem Schmelzen bei Rothgluth entstehen oktaëdrische Krystalle (zwei Tetraëder) mit schmalen Flächen von $\{110\}$. Die beiden Tetraëder sind (durch Aetzung u. s. w.) nicht leicht zu unterscheiden. Zusammensetzung der ganzen Masse uniform. An der Luft nimmt das Pulver $13H_2O$ (gef. 56,26 %) auf und bildet ein Gemisch von Pikromerit und Epsomit, ebenso wie das natürliche Mineral.

2. Zink-Kalium-Sulfat $2ZnSO_4.K_2SO_4$.

Einfache gestreifte Tetraëder werden (unter Rothgluth) gebildet. An der Luft wird $13H_2O$ aufgenommen.

3. Mangan-Kalium-Sulfat $2MnSO_4.K_2SO_4$.

Blassrothe einfache Tetraëder. An der Luft wird nur weniger als 4 % Wasser (hygroskopisch) absorbtirt.

4. Nickel-Kalium-Sulfat $2NiSO_4.K_2SO_4$.

Bräunlichgelbe Oktaëder (zwei Tetraëder), zuweilen mit kleinen $\{100\}$ -Flächen. Wegen Verlust an SO_3 beim Schmelzen enthält das Salz ein wenig NiO . Wasserabsorption schwankend, $43\frac{1}{2}$ bis 53 %.

5. Kobalt-Kalium-Sulfat $2CoSO_4.K_2SO_4$.

Purpurhochrothe einfache Tetraëder, resp. Combinationen von $\{111\}$ mit schmalen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{100\}$. Das Salz enthält ein wenig CoO . Beobachtete Wasserabsorption = 46,53 % (= $12\frac{1}{2}H_2O$).

6. Magnesium-Rubidium-Sulfat $2MgSO_4.Rb_2SO_4$.

Oktaëder mit schmalen $\{110\}$; oft mit tetragonalem Habitus in Folge paralleler Verwachsung nach einer Würfelaxe. Absorption = 45,71 % ($13H_2O$).

Mischkrystalle. $MgSO_4.MnSO_4.K_2SO_4$; $MgSO_4.NiSO_4.K_2SO_4$; $MgSO_4.CoSO_4.K_2SO_4$; $ZnSO_4.CoSO_4.K_2SO_4$; $2MgSO_4.KRbSO_4$ krystallisiren ebenfalls in Tetraëdern resp. Oktaëdern.

B. Optisch-anisotrope Salze.

Folgende Salze von diesem Typus sind optisch-anisotrop:

1. K_2SO_4 mit $BeSO_4$, $CdSO_4$, $CuSO_4$, $CaSO_4$, $SrSO_4$, $BaSO_4$, $PbSO_4$.
2. Rb_2SO_4 - $ZnSO_4$, $MnSO_4$, $NiSO_4$, $CoSO_4$.
3. Cs_2SO_4 - $MgSO_4$, $ZnSO_4$, $MnSO_4$, $NiSO_4$, $CoSO_4$.
4. $MgSO_4$ - Tl_2SO_4 , Li_2SO_4 , Na_2SO_4 , Ag_2SO_4 .

Ref.: H. L. Bowman.

40. W. J. Pope (in London): **Krystallform des Rechts- und Links-Isoamarin** (Journ. Chem. Soc. 1900, 77, 787).

Krystalle aus Aethylessigester, dargestellt von H. L. Snape.

Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch.

$$a:b:c = 1,4028:1:0,6750.$$

Beobachtete Formen:

(Rechts-Isoamarin) $p\{110\}$, $a\{100\}$, $o'\{1\bar{1}1\}$
 (Links-Isoamarin) $p\{110\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$.

	Kanten:	Grenzen:	Beob.:	Ber.:
$ap = (100):(110)$	$= 28$	$53^0 46' - 55^0 40'$	$54^0 34'$	—
$pp = (110):(110)$	16	$69 42 - 72 0$	$70 53$	$70^0 58'$
$ao = (100):(111)$	17	$67 14 - 67 59^1)$	$68 7$	$68 15$
$po = (110):(111)$	19	$49 24 - 51 8$	$50 46$	$50 20\frac{1}{2}$
$oo = (111):(111)$	17	$78 10 - 80 25$	$79 19$	—
$oo = (111):(1\bar{1}\bar{1})$	6	$116 53 - 118 4$	$117 31$	$117 23$

Die Krystalle sind farblos, durchsichtig, glasglänzend, prismatisch nach p . Sie zeigen eine gute Spaltbarkeit nach $p\{110\}$, sowie eine unvollkommene (muschelige) nach $\{001\}$.

Optische Axenebene $a\{100\}$; spitze Bisectrix parallel der c -Axe. Axenwinkel gross, $\varrho < v$.

Doppelbrechung, stark —.

Ref.: H. L. Bowman.

41. H. F. Collins (in ?): **Eine neue Association von Gold** (Engineering and Mining Journal, New York 1900, 69, 464).

Krystalle von Buntkupfererz in Wollastonit von der Grube Santa Fe, Chiapas, Mexico, enthalten: $Cu = 62,4$, $Ag = 0,2$, $Au = 0,0333\%$ [? $0,00333\%$, d. Ref.]. Das Gold ist zum meisten Theile nicht amalgamirbar und ist wohl als Sulfid vorhanden. Das goldreichste Erz ist mit Granat, Kupferkies und ein wenig Bleiglanz, Enargit u. s. w. verwachsen.

Dichtes Buntkupfererz vom oberen Grubenbau enthält zuweilen Knollen und Körner von Siegenit. Das Pulver (nach Abscheiden des gediegenen Goldes ($0,6667\%$)) ergab: $Fe = 3,32$, $Cu = 5,32$, $Ni = 17,15$, $Co = 29,64$, $S = 44,34$, $Au = 0,53$, $Ag = 0,13$, Unlöslich (Quarz) $= 0,43$; Summe $= 100,83$. As , Sb , Bi , Ti fehlen.

Ref.: H. L. Bowman.

42. W. Rickmers (in ?): **Die goldführenden Conglomerate von Bokhara** (Ebenda 466). Verf. beschreibt die Ausbeutung von Gold aus den Seifen der wahrscheinlich tertiären Conglomerate im Gebiete zwischen den Flüssen Vaksh und Panj im östlichen Bokhara.

Ref.: H. L. Bowman.

43. E. E. Lungwitz (in ?): **Das Auslaugen von goldführenden Ablagerungen durch Pflanzen** (Ebenda 500).

Verf. hat Gold gefunden in »Eisenholzbäumen«, welche auf Goldablagerungen wachsen. Die Asche des Stammes an der Wurzel enthält $0,10\%$ Gold pro Tonne, die der Aeste $1,17\%$ pro Tonne. Verf. glaubt, dass Goldseifen auf diese Weise durch die Wirkung von Pflanzen in den Tropen ärmer gemacht werden können.

Ref.: H. L. Bowman.

1) Wohl irrthümlich für $68^0 54'$. D. Ref.

44. H. J. Lowe (in ?): **Natrolith von Coverack** (Trans. Roy. Geol. Soc. Cornwall 1900, **12**, 336).

Verf. erwähnt Sphärolithen von Natrolith aus einer Spalte im Serpentin von Chynhalls Point in der Nähe von Coverack (Cornwall).

Ref.: H. L. Bowman.

45. J. Smith (in Glasgow?): **Die Barytgänge von Südwest-Schottland** (Trans. Geol. Soc. Glasgow 1900, **11** (2), 232).

Eine Beschreibung der verschiedenen Barytvorkommen in Südwest-Schottland.

Ref.: H. L. Bowman.

46. M. F. Heddle († in St. Andrews): **Ueber die Structur der Achate** (Ebenda 153).

Nach Ansicht des Verfs. wurden die Achatgeoden ausgefüllt durch Eindringen einer aus der Zersetzung der Mineralien des Gesteins entstandenen kieselensäurehaltigen Lösung, »vermöge der Endosmose, wie in einen geschlossenen Raum«. Nach Absetzung des gelösten Materials auf der Innenfläche wird das Wasser, in Folge des Eindringens einer weiteren Menge stärkerer Lösung, durch eine resp. mehrere Oeffnungen, welche das Ableitungsrohr (»Tube of escape«) bilden, wieder herausgetrieben »den gewöhnlichen Endosmosegesetzen zufolge«.

Zwischen den eigentlichen Achaten und den Zeolithmandeln ist keine scharfe Grenze zu ziehen, jedoch bilden die Zeolithschichten eine bestimmte Reihenfolge, was bei den Achatcomponenten nicht der Fall ist.

Die Schichten eines Achats bestehen aus der Haut (Seladonit, Chlorophäit resp. Delessit, welche von zersetztem Augit herrühren, oder bei Labrador- resp. Nephelin-haltigen Gesteinen Heulandit resp. Natrolith), ferner aus Chalcedon, Karneol, Cacholong, Girasolopal, Wachsopal und anderen Kieseläurehydraten (welche sämtlich Colloide sind), endlich Quarz, Amethyst, »Cairngorm« und wasserfreie Kieselensäure (welche krystallinisch sind).

Der Chalcedon der Achate ist faserig, mit anisotropen Fasern (wahrscheinlich Tridymit), welche im eigentlichen (colloidalen) Chalcedon eingelagert sind. Der Cacholong ist Opal mit ein wenig Zeolith gemischt. Schottische Varietäten zeigen eine deutliche strahlige Structur (Tridymit?).

Die Kieseläurelösung ist durch die ganze Oberfläche der Mandeln eingedrungen und hat zuweilen die Haut theilweise oder vollständig von dem Gesteine getrennt. »Durch Endosmose wird sie durch die verschiedenen Chalcedonschichten längs der Tridymitfasern hineingetrieben.«

[Dem Ref. ist nicht klar, wie überhaupt eine ausserhalb desselben befindliche Kieseläurelösung durch osmotischen Druck in den Hohlraum hineingetrieben werden soll; ferner ist die Lösung eine colloidale, die also jedenfalls nur einen äusserst geringen Druck ausüben könnte; auch würde sie nicht durch eine etwa halbdurchlässige Membran hindurchgehen können.

Auch die Ansicht des Verfs. über den Chalcedon scheint mit der zur Zeit üblichen nicht im Einklang zu stehen. D. Ref.]

Ref.: H. L. Bowman.

47. J. G. Goodchild (in Edinburgh): **Ueber die Entstehung einiger schottischer Mineralien** (Proc. Roy. Phys. Soc. Edinb. 1899, **14**, 181—220).

Verf. giebt folgende Eintheilung der Mineralien nach deren Entstehungsart:

- A. Epigene Mineralien, welche ihre Entstehung der Wirkung durchsickernder Gewässer verdanken:
 - 1) durch Lösung und Wiederablagerung auf der Oberfläche,
 - 2) durch Lösung auf der Oberfläche und Wiederablagerung im Erdinnern,
 - 3) durch Umwandlung resp. Lösung und Wiederablagerung durch unterirdische Gewässer.
- B. Hypogene Mineralien, hauptsächlich hydrothermischen Ursprunges:
 - 1) ursprüngliche Mineralien der Eruptivgesteine,
 - 2) ursprüngliche Mineralien der Gänge,
 - 3) solfatarische Mineralien,
 - 4) Mineralien der heißen Quellen,
 - 5) Mineralien, die durch Thermometamorphismus entstanden sind,
 - 6) Mineralien, die durch Dynamometamorphismus entstanden sind,
 - 7) Mineralien, die durch eine Combination von 5) und 6) entstanden sind.

Unter anderen werden folgende Mineralien besprochen:

- A. 1) Steinsalz, Gyps, Dolomit (s. auch A. 3), Hämatit.
- A. 3) Serpentin, Kaolin, Pinit; Zeolithe, Achat, Seladonit.
- B. 1) Quarz, Tridymit; Feldspäthe u. s. w., Amphibole, Pyroxene, Olivin, Glimmer.

Nach des Verfs. Ansicht können sogenannte »Intrusivgesteine« in situ entstanden sein durch Umwandlung der Sedimentärablagerungen mittelst eingedrungener, stark erhitzter, alkalischer Gewässer, welche durch den Meeresboden durchgesickert sind.

- B. 2) Bleiglanz, Kupferkies u. s. w.
- B. 5) Idokras, Granate, Salit, Tremolit, Wollastonit, Zoisit, Apatit, Sphe, Andesin, Biotit, Muscovit, Magnetkies, Spinell, Talk, Forsterit; Cyanit, Andalusit, Staurolith, Cordierit, Pyrit; Graphit; Turmalin.

Ref.: H. L. Bowman.

48. Derselbe: Ueber einfachere Methoden in der Krystallographie, I. Th. »Stereogramme« (Proc. Roy. Phys. Soc. Edinb. 1899, 14, 323).

Verf. beschreibt ausführlich (zum Gebrauch für Studierende) einfache geometrische Methoden für die Anfertigung gnomonischer sowie stereographischer Projectionen von Krystallen aus der Kenntniss der Parameterverhältnisse und der Flächensymbole.

Ref.: H. L. Bowman.

49. J. S. Berge, J. H. Brownlee und R. C. Ringrose (in Brisbane?): Verzeichniss der Mineralien des Walsh- und Tinaroo-Bergreviers in Nord-Queensland (Proc. Roy. Soc. Queensland 1900, 15, 47).

Verff. erwähnen (mit Angabe des Fundortes) vom genannten Bergreviere etwa 120 Mineralien. Folgende sind die wichtigsten:

Gold, Silber!, Kupfer, Platin, Wismuth!, Arsen, Graphit, Silberglanz, Rothgültigerz, Stephanit, Hornsilber, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies, Fahlerz, Atacamit, Cuprit, Melanconit, Olivenit, Malachit, Azurit, Dioptas, Chrysokoll, Bourdonit, Zinnober, Quecksilber, Bleiglanz, Anglesit!, Mennige, Wulfenit, Linarit, Mimetit, Pyromorphit!, Cerussit, Barysilit (von Calcifer), Zinkblende, Hemimorphit,

Goslarit, Willemnit, Stannit, Kassiterit, Antimonit, Pyrit, Markasit, Magnetkies, Arsenkies, Hämatit, Magnetit, Titaneisen, Limonit, Columbit, Göthit, Skorodit, Vivianit, Siderit, Aüripigment, Realgar, Arsenolith, Pyrolusit, Psilomelan, Molybdänit, Wolframit, Scheelit, Torbernit (von Watsonville?), Selen, Rutil, Aluminat, Epsomit, Magnesit, Opal (incl. edler und Holzopal), Orthoklas, Albit u. s. w., Apophyllit, Muscovit, Biotit, Lepidolith, Hornblende, Tremolit-Aktinolith, Augit, Bronzit, Diallag, Hypersthen, Asbest, Olivin!, Turmalin, Titanit, Staurolith, Zeolith, Pennin u. s. w., Kaolinit, Talk, Serpentin, Kalkspath, Fluorit, Aragonit, Dolomit, Gyps, Anhydrit, Apatit, Baryt (selten), Schwefel, Sapphir (blau und grün), Spinell, Zirkon, Topas (gelb und weiss), Granat.

Ref.: H. L. Bowman.

50. E. Cohen (in Greifswald): **1. Die Meteoreisen von Griqualand East, Süd-Afrika. 2. Das Meteoreisen von Bethany, Great Namaqualand, Süd-Afrika** (Annals of the South African Museum 1900, 2, 9).

Verf. hat zwei grosse, im südafrikanischen Museum befindliche Meteoreisen untersucht.

Das eine (298 kg), welches aus Kokstad zum Museum gebracht wurde, wird mit dem Kokstadeisen des Wiener Hofmuseums verglichen. Die Identität der beiden wird wegen Verschiedenheiten der Structur für zweifelhaft gehalten. Ersteres wird zweckmässig unter dem Namen »Matatiela« vom letzteren unterschieden.

Das zweite Eisen (ursprünglich 231,84 kg) stammt wahrscheinlich aus der Nähe von Bethany in Great Namaqualand (Namaland). Dasselbe besitzt eine fein-lamellare oktaëdrische Structur. Seine Beziehungen zu den übrigen südwestafrikanischen Meteoreisen werden besprochen. Ref.: H. L. Bowman.

51. Ferguson (in ?): **Ueber das Alter der goldführenden Quarzgänge und Goldseifen von Victoria** (Proc. Roy. Soc. Vict. 1900, 12 (2) 115).

Nach Ansicht des Verfs. kommen Goldquarzgänge eines jeden Alters bis in die obere silurische Zeit vor. Daher können Seifen irgend eines Alters Gold führen, und nicht nur (wie man bisher glaubte) diejenigen aus der neueren Tertiärzeit.

Ref.: H. L. Bowman.

52. A. Prister (in Johannesburg): **Notizen über Entstehung und Bildung der Goldablagerungen des Witwatersrand** (Trans. Geol. Soc. South Africa 1899, 4, 19).

Der Verf. nimmt die Hypothese Becker's an, dass die Conglomerate eine Meeresstrandablagerung (»Marine placer deposit«) darstellen, glaubt jedoch, dass das krystallisierte Gold und der Pyrit an Ort und Stelle mittelst des durch das noch lockere Material durchsickernden Wassers concentrirt wurden, auf ähnliche Weise wie es heutzutage in den Pochschlammbauern geschieht.

Das Gold wurde wahrscheinlich in Form von Sulfid aufgelöst in H_2S -haltigem Wasser (siehe Caldecott, Chem. a. Met. Soc. of South Africa 1, 22).

Ref.: H. L. Bowman.

53. A. Liversidge (in Sydney): **Ueber die krystallinische Structur einiger Goldklumpen von Victoria, Neu-Seeland und Klondyke** (Journ. a. Proc. Roy. Soc. New South Wales 1900, 34, 259).

Klumpen von Gippsland und Queenstown (Victoria) sind dunkelgefärbt durch eingeschlossenes Eisenoxyd, welches beim ersten eine schwammartige Structur nach dem Aetzen verursacht. Die krystallinische Structur ist fein. Spec. Gew. (bei 23° C.) = 15,21 (Gippsland), 15,02 (Queenstown).

Klumpen vom Molyneux-Flusse (Neu-Seeland) sind ähnlich. Spec. Gew. (bei 24° C.) = 17,15. $Au = 92,128\%$.

Klumpen von Klondyke sind blass (wegen ihres *Ag*-Gehaltes) und vielfach zerrissen, mit körniger Structur. Spec. Gew. (bei $24,5^{\circ}$ C.) = 16,23; $Au = 64,6\%$.

Ref.: H. L. Bowman.

54. A. Liversidge (in Sydney): Ueber die krystallinische Structur einiger Silber- und Kupferklumpen (Journ. a. Proc. R. Soc. New South Wales 1900, 34, 255).

Die Untersuchung eines Silberklumpens und mehrerer Silber-Kupfer- und Kupferklumpen vom Lake Superior, sowie Kupferklumpen von Bolivien und Burra-Burra, führt zu dem Schlusse, dass die Metalle aus Lösungen und vielleicht auch nicht gleichzeitig ausgesondert worden sind. Wenn sie porphyritisch zusammengewachsen sind, durchdringen die Silberkrystalle nicht diejenigen des Kupfers und sind wohl stets in Verbindung mit der äusseren Oberfläche des Kupfers, in dessen Höhlungen sie entstanden sein können.

Ein Kupferklumpen von Burra-Burra ist scheinbar in einem Gesteinshohlraume in der Art des Achats entstanden.

Ref.: H. L. Bowman.



V. Beryll und andere Mineralien der Pegmatite von Sondalo im Veltlin.

Von

Luigi Brugnatelli in Pavia¹⁾.

Vor einigen Jahren haben Prof. Linck und ich²⁾ fast gleichzeitig die Anwesenheit von Chrysoberyll unter den Mineralien der Pegmatite von Sondalo im Veltlin bekannt gemacht. In dem citirten Aufsätze habe ich bemerkt, dass die Verschiedenheit zwischen den beiden europäischen Fundorten von Chrysoberyll, nämlich demjenigen von Marschendorf in Mähren und von Sondalo, hauptsächlich darin besteht, dass in Marschendorf der Chrysoberyll von Beryll begleitet wird unter Abwesenheit von Biotit, welcher hingegen in Sondalo reichlich vorhanden ist. Beryll wurde auch von Linck nicht citirt.

Gelegentlich eines neuen Besuches in Sondalo, den ich bald nach dem Erscheinen meiner Publication über Chrysoberyll machte, erhielt ich jedoch von dem dortigen hochwürdigen Herrn Pfarrer, dem tüchtigen unermüdlichen Mineraliensammler Don Nicola Zaccaria, welchem ich hier meinen besten Dank ausspreche, einen schönen grossen Krystall und mehrere in Quarz eingebettete Bruchstücke von Beryll, welche von ihm dort gesammelt worden waren.

Die Localitäten, wo der Beryll gefunden wurde, liegen im unteren Val Dombastone und im Val Scala, welches mit dem ersten zusammenstösst. An beiden Localitäten wurde der Beryll im Schutt, welcher unter anderen Blöcke eines Turmalin-, Granat- und Chrysoberyll-führenden Pegmatites enthält, aufgefunden. Die mir vorliegenden Beryllexemplare von Sondalo

1) Aus den Rendiconti delle sedute del R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere von Mailand, Sitzung vom 11. Juli 1881, vom Verfasser mitgetheilt.

2) L. Brugnatelli, Ueber ein alpinisches Vorkommen von Chrysoberyll. Diese Zeitschr. 1899, **32**, 84. — G. Linck, Die Pegmatite des Oberen Veltlin. Jenaische Zeitschr. f. Naturwissensch. 1899, **33**, 313. — G. Linck, diese Zeitschr. **35**, 313.

gehören der gemeinen Varietät dieses Minerals an, sind nur in dünnen Splittern durchsichtig und haben eine hell grünlichbläuliche Farbe, wodurch sie sich von dem Beryll von Craveggia, welcher eine schöne himmelblaue Farbe besitzt, unterscheiden. Der erwähnte grosse Krystall bietet die einfache Combination $\{10\bar{1}0\} \{0001\}$ dar. Im Mikroskope zeigen sich die Dünnschliffe durch zahlreiche Spalten durchsetzt, welche zum grössten Theile parallel den Prismenflächen verlaufen. Der Beryll von Sondalo ist sehr reich an Einschlüssen, welche besonders aus Muscovit und Kaolin bestehen, welche Mineralien bekanntlich als Verwitterungsproducte des Beryll bekannt sind und welche auch hier eine solche Entstehungsweise gehabt zu haben scheinen. Die zahlreichen winzigen Muscovitblättchen sind gewöhnlich mit ihren Basisflächen parallel den Prismenflächen des Berylls eingelagert. Ausser diesen fremden Einschlüssen beobachtet man auch solche von kleinen Beryllkrystallen, welche mit dem einschliessenden Krystalle vollkommen parallel orientirt sind. Das Vorhandensein solcher Einschlüsse wird im Mikroskope sehr leicht wahrgenommen, da dieselben gewöhnlich frei von Verwitterungsproducten sind und ein etwas höheres Brechungsvermögen besitzen, als der einschliessende Krystall, und ausserdem in basischen Schnitten Anzeichen von schwacher anomaler Doppelbrechung zeigen. Spezia¹⁾ hat auch am Beryll von Craveggia einen Einschluss von einem kleinen Krystalle in einem grösseren beobachtet.

Mittelst eines Abbe-Pulfrich'schen Refractometers habe ich auf geschliffenen Flächen parallel $\{0001\}$ und $\{10\bar{1}0\}$ die Brechungsexponenten des Berylls von Sondalo bestimmt und folgende Werthe als Mittel von verschiedenen Beobachtungen erhalten:

$$\omega = 1,5823, \quad \varepsilon = 1,5762 \text{ (Na)}.$$

Da vom Beryll von Craveggia die Brechungsexponenten noch nicht bestimmt worden sind, so habe ich dieselben ebenfalls bestimmt und folgende Werthe erhalten:

$$\omega = 1,5830, \quad \varepsilon = 1,5773 \text{ (Na)}.$$

Diese Werthe stimmen wie man sieht ganz gut mit denjenigen der grün und blau gefärbten Berylle²⁾, sind hingegen nicht unbeträchtlich höher als diejenigen der farblosen Berylle, so z. B. derjenigen von Elba. Es scheint also, dass die grünblaue Färbung einen merklichen Einfluss auf die Brechungseigenschaften des Berylls ausübe. Eine weitere Bestimmung, welche ich an einem weissen, kaum etwas gelblich gefärbten Beryll, welcher als Fundortsangabe »Bodenmais«³⁾ trägt, ausgeführt habe, scheint diese That-

1) G. Spezia, Sul Berillo di Craveggia. Atti R. Acc. di Torino 1882, 17, 4 (des Separatabdruckes). Ref. diese Zeitschr. 7, 623.

2) C. Hintze, Handbuch der Mineralogie 2, 1273.

3) Diese Localitätsangabe ist sehr wahrscheinlich falsch.

sache gut zu unterstützen. In der That sind die unten angegebenen Werthe beträchtlich niedriger als diejenigen der grün und blau gefärbten Berylle, stimmen dagegen ziemlich gut mit denjenigen, welche von Des Cloizeaux am farblosen Beryll von Elba bestimmt worden sind, überein. Die Werthe sind:

$$\omega = 1,5770, \quad \varepsilon = 1,5709 \text{ (Na)}.$$

Ein anderes interessantes Mineral der Pegmatite von Sondalo ist der Zirkon. Dieses Mineral habe ich schon erwähnt in meinem citirten Aufsatze über Chrysoberyll; Linck scheint es nicht beobachtet zu haben, da er ihn gar nicht erwähnt. Dies ist sonderbar, da er doch Apatit erwähnt, welcher, wenigstens in den von mir untersuchten und von mir im unteren Val Dombastone gesammelten Stücken, mit Zirkon immer zusammen vorkommt.

Der Zirkon ist aber für das Sondalagebiet kein neues Mineral, es wird nämlich schon durch vom Rath¹⁾ angeführt. Die Fundstelle und Art des Vorkommens, welche Dieser angibt, stimmen aber nicht mit denjenigen des hier beschriebenen Minerals. vom Rath giebt in der That als Fundort »Le Prese« und als Muttergestein nicht einen sauren Pegmatit, sondern einen Kalkspath führenden Labradordiorit mit Diallag und Titaneisen an, also ein allerdings sehr basisches Gestein. Zirkon wäre sowohl in Kalkspath als in Labradorit eingeschlossen.

Wie gesagt ist hingegen der Apatit und Zirkon führende Pegmatit vom Val Dombastone von saurem Charakter, was durch den Reichthum an Quarz und die Feldspäthe, welche gewöhnlich sehr saure Oligoklase sind, bewiesen wird²⁾. In diesem Pegmatit ist der Zirkon ziemlich zahlreich vorhanden. Seine Krystalle sind klein, sehr glänzend und meistens tief braunroth gefärbt. Die kleineren Krystalle sind im Mikroskope durchsichtig und zeigen dabei kein bemerkbares Anzeichen von Pleochroismus. Alle Krystalle sind nach [001] verlängert. Ohne Zweifel bildet der Zirkon das älteste Element des Pegmatits, da er in allen anderen Elementen, sogar im Apatit, eingeschlossen ist. Dadurch unterscheidet sich die Ausscheidungsfolge der Elemente von der von Brögger³⁾ für die Syenitpegmatite von Süd-Norwegen angegebenen Reihe, wo Apatit und Xenotim die ältesten Elemente sind.

1) G. vom Rath, Min. Mitth., Ueber die chemische Zusammensetzung der Kaltnatronfeldspäthe u. s. w. Pogg. Ann. **144**, 250.

2) Die sauersten Feldspäthe habe ich unter denjenigen des Chrysoberyll führenden Pegmatits beobachtet. Aus folgendem Schema geht hervor, dass dieselben sehr nahe dem reinen Albit stehen.

Charakteristische Auslöschungen: auf (004) = +30 bis +40, auf (010) = +480;

$$n_p < 1,535, \quad n_m < 1,535, \quad n_g > 1,535.$$

3) W. C. Brögger, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der süd-norwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Diese Zeitschr. **16**, 462—463 des allgemeinen Theiles und 70 des speciellen Theiles.

Ich habe folgende Formen beobachtet:

{400}, {544}, {344}, {444}, {440} ?.

Unter den Endflächen sind diejenigen von {344} gewöhnlich die am meisten entwickelten.

	Beobachtet:	Ber. ($a : c = 1 : 0,64037$):
(400) : (544) =	20° 34'	20° 21'
(544) : (444)	44 5	44 19
(444) : (444)	56 53	56 40
(400) : (344)	34 47	34 43
(344) : (444)	29 54	29 57
(344) : (434)	47 46	47 47
(344) : (344)	33 2	32 57

Soviel mir bekannt ist, wurde bisher Zirkon in makroskopischen Krystallen in alpinen Pegmatiten noch nicht beobachtet.

Wie oben angegeben, wurde der Zirkon immer in Begleitung von Apatit beobachtet. Dieses letzte Mineral wurde auch von Linck erwähnt, indem er angiebt, dass es in bis 2 cm grossen, wenig gut ausgebildeten, spargelgrünen Krystallen auftritt. Zu diesen kurzen Angaben halte ich für zweckmässig, noch etwas hinzuzufügen. Der Apatit ist in dem oben erwähnten Pegmatit in grosser Menge vorhanden, so dass man das Gestein wohl als einen »Apatitpegmatit« bezeichnen könnte. Seine Ausscheidung erfolgte gleich nach derjenigen des Zirkon und im Ganzen früher als diejenige der Glimmerminerale, in welchen er oft eingeschlossen ist. Die Flächen der Krystalle und besonders diejenigen der Endformen sind gewöhnlich sehr mangelhaft ausgebildet. Ich konnte aber doch, mit sehr wenig befriedigenden Messungen, folgende Formen sicher feststellen:

{1040}, {1120}, {1044}, {1042}, {1124}, {0004}.

Es ist ein typischer Fluorapatit.

Die Brechungsexponenten, die ich mittelst einer parallel {0004} geschliffenen Fläche bestimmen konnte, sind folgende:

$$\omega = 1,6379, \quad \varepsilon = 1,6349 (Na).$$

Ich habe besondere Nachforschungen angestellt, um zu sehen, ob mit dem Apatit auch Xenotim und Kryptolith vorhanden sind, die Resultate waren aber negativ. Es ist bemerkenswerth, dass ich in diesem Apatitpegmatit nie Turmalin beobachten konnte, obwohl dieses Mineral in den sonstigen Pegmatiten von Sondalo sehr verbreitet ist.

Von den durch Linck beschriebenen Mineralien der Pegmatite von Sondalo konnte ich weder Dumortierit noch Prehnit beobachten. Der Prehnit ist zwar kein seltenes Mineral im Sondalagebiete, und ich besitze manche schöne Exemplare davon, in diesen Exemplaren aber findet sich der Prehnit mit Quarz und Kalkspath in gabbro-dioritischen Gesteinen. Ein ähnliches Muttergestein haben auch zwei Exemplare von Stilbit.

Zum Schlusse will ich hier einige vorläufige Bemerkungen über die Genesis und Verbreitung der Pegmatite von Sondalo und der benachbarten Gebiete folgen lassen. Was die Verbreitung der Pegmatite im Gebiete von Sondalo anbetrifft, so hat Linck darüber eine ausführliche und genaue Schilderung gegeben. Hier sei nur bemerkt, dass die Pegmatitgänge (sowie auch die aplitischen Gänge) sich nördlich vom Passo della Forcola in das Val Grosina fortsetzen, welches sie südlich und nördlich von Avedo durchschneiden. Die schöne Schlucht nördlich von Fusine wurde z. B. durch dieselben bedingt. Pegmatitische und aplitische Gänge trifft man weiter im Val Vermolera und im Val di Sacco und nach gütiger Mittheilung von Dr. Carlo Riva auch im Val di Campo. Alle diese pegmatitischen und aplitischen Gänge gehören ohne Zweifel einem einzigen Systeme an, was durch ihre Natur und ihr Streichen, welches in den meisten Fällen ungefähr NO ist, bewiesen wird. Ich glaube daher, dass dieselben in engem genetischen Verhältnisse stehen mit den granitischen Gesteinen, welche in den genannten Thälern sowie im Gebiete von Sondalo (z. B. an der Basis des Pizzo Storile) in grosser Mächtigkeit auftreten. Meiner Meinung nach sind für diese pegmatitischen und aplitischen Gesteine, was die Genesis anbetrifft, die Schlussfolgerungen, welche Brögger (l. c.) für die Gänge von Süd-Norwegen gezogen hat, im Allgemeinen ebenfalls zutreffend.

Nachtrag. Ungefähr drei Wochen, nachdem ich vorhergehende Mittheilung dem R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere vorgelegt hatte erschien in Mailand eine Monographie über die Mineralien der Gemeinde Sondalo ¹⁾. Es wäre an dieser Stelle nicht zweckmässig, eine ausführliche Besprechung dieser, besonders wegen der zahlreichen Fundortsangaben interessanten, Arbeit zu geben, es sei aber erwähnt, dass der Verf. die Meinung äussert, die Berylle vom Val Dombastone und vom Val Scala könnten von zwei verschiedenen Gängen stammen, besonders weil der Quarz des Muttergesteines des Minerals an beiden Fundorten eine andere Structur und Farbe hat. Weiter hat Verf. mit Apatit auch Turmalin beobachtet. Wie oben gesagt wurde, habe ich diesen Fall an den zahlreichen von mir im Val Dombastone gesammelten und an den an Ort und Stelle untersuchten Exemplaren nie getroffen. Der Verf. hat sein Exemplar ausserhalb des Val Dombastone gefunden, es ist also wahrscheinlich, dass es von einer anderen Stelle, als Val Dombastone, stamme. Uebrigens ist die Zusammensetzung der Pegmatite, was die accessorischen Gemengtheile anbetrifft, so wechselnd, dass es kein Wunder sein würde, wenn das von Hrn. Sigismund gesammelte und Apatit nebst Turmalin führende Exemplar demselben Gange angehörte wie die meinigen.

1) Pietro Sigismund, I Minerali del Comune di Sondalo, Milano 1904.

VI. Ueber den Paramagnetismus einiger hexagonaler und regulärer Krystalle.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 3 Textfiguren.)

Nach der Thomson'schen Theorie lässt sich die inducirende Wirkung eines äusseren magnetischen Feldes auf eine Krystallkugel in folgender Weise bestimmen. Giebt R_0 die Richtung und Stärke des äusseren Magnetfeldes und sind $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ die Cosinus der Winkel seiner Krafrichtung mit drei aufeinander senkrecht stehenden magnetischen Symmetrieaxen des Krystalles, so ist die »Intensität der Magnetisirung« J des Krystalles, d. h. der Werth des magnetischen Momentes für die Volumeinheit $J = R_0 C$; die Cosinus $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ der Neigung der inducirten Magnetisirung gegen die genannten drei Symmetrieaxen des Krystalles sind gegeben durch:

$$\frac{\alpha_1}{x_1 \lambda_1} = \frac{\alpha_2}{x_2 \lambda_2} = \frac{\alpha_3}{x_3 \lambda_3} = \frac{1}{C}, \quad \text{wobei} \quad C = \sqrt{x_1^2 \lambda_1^2 + x_2^2 \lambda_2^2 + x_3^2 \lambda_3^2}.$$

Die drei Grössen x_1, x_2, x_3 bestimmen also das magnetische Verhalten der Kugel in einem gegebenen Magnetfelde vollständig und werden deshalb die »Hauptmagnetisierungsconstanten« oder die »Hauptsusceptibilitäten« des Krystalles genannt. Bei paramagnetischen Körpern sind sie positiv, bei diamagnetischen negativ. Bei hexagonalen und tetragonalen Krystallen müssen aus Symmetriegründen zwei derselben, bei regulären Krystallen alle drei unter einander gleich sein. Die Grösse $\mu = 1 + 4\pi x$ heisst die »magnetische Leitungsfähigkeit« oder »Permeabilität«.

Versuche, welche den Zweck hatten, diese Theorie einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, wurden zuerst nur an den diamagnetischen

Körpern Kalkspath und Quarz von Fr. Stenger¹⁾ und W. König²⁾ an-
gestellt.

Für Kalkspath ist nach König die Susceptibilität parallel zur Hauptaxe $z = -1,25 \cdot 10^{-6}$, senkrecht zur Hauptaxe $z' = -1,44 \cdot 10^{-6}$ gefunden worden, jedoch ergeben sich diese Werthe für verschiedene Krystalle recht verschieden. Das Beobachtungsergebnis schwankt bei König für $(z' - z) \cdot 10^{10}$ zwischen 1168 und 1067, bei Stenger zwischen 788 und 900. Dagegen wurde für ein und denselben Krystall das Thomson'sche Gesetz immer bestätigt gefunden.

Der Quarz eignet sich weniger zur Probe dieses Gesetzes, weil bei ihm die Zahlen wesentlich kleiner sind.

Von paramagnetischen Krystallen wurden in dieser Hinsicht erst später von P. Weiss³⁾ das Magneteisen, von J. Westman⁴⁾ der Eisenglanz und von P. Weiss⁵⁾ der Magnetkies untersucht. Das Magneteisen gehört zu denjenigen Stoffen, welche man nach Du Bois⁶⁾ auch wohl als ferromagnetische bezeichnet. Ausser dem Magnetit stellt man zu diesem gewöhnlich nur noch die Metalle Eisen, Nickel, Kobalt. Da die ferromagnetischen Stoffe sich nur durch einen höheren Grad der Magnetisirung von den anderen paramagnetischen Stoffen unterscheiden, und da es also im Principe keine untere Grenze für das, was man noch Ferromagnetismus nennen soll, giebt, so stände nichts im Wege, auch die beiden anderen, diesen dem Grade nach am nächsten stehenden Mineralien, den Hämatit oder Eisenglanz und den Pyrrhotin oder Magnetkies als ferromagnetisch zu bezeichnen.

Beim Magnetit stellte Weiss zwei Versuchsreihen an: Zunächst untersuchte er Stäbe, deren Längsrichtung der vierzähligen, der zweizähligen und der dreizähligen Axe parallel geschnitten waren, und bestimmte die Abhängigkeit der Magnetisirung derselben von der Stärke des magnetisirenden äusseren Feldes. Zweitens bestimmte er bei Scheiben, welche parallel zu einer Würfelfläche, zu einer Rhombendodekaëderfläche und zu einer Oktaëderfläche geschliffen waren, die Stärke der Magnetisirung als Function der Richtung in einem Felde von constanter Intensität. Das Resultat einer solchen Versuchsreihe an Stäben von einem Krystalle von Brozzo giebt nachstehende Tabelle:

- 1) Wiedem. Ann. d. Phys. 1883, **20**, 304. Auszug diese Zeitschr. **10**, 279.
 - - - - 1888, **35**, 334. - - - - **18**, 650.
 2) Wiedem. Ann. d. Phys. 1887, **31**, 293; **32**, 222. Ausz. diese Zeitschr. **15**, 332.
 3) Thèses prés. à la Fac. d. Sciences de Paris 1896. Journ. de phys. 1896, **5**,
 435. Auszug diese Zeitschr. **29**, 411 und 690.
 4) Upsala, Universitets Årsskrift 1896, II. Auszug diese Zeitschr. **31**, 309.
 5) Journ. d. phys. 1898, **3**, 542. Auszug diese Zeitschr. **32**, 544 und **34**, 631.
 6) Wiedem. Ann. 1892, **46**, 485.

	Aeusseres Feld. c.g.s.	Gesamtmagnetismus. c.g.s.	Remanenter Magn. c.g.s.
I. Stabaxe parallel zur dreizähligen Axe, Curve T:			
1)	22,9	172,4	49,6
2)	43,3	263,8	61,0
3)	79,1	347,0	70,5
4)	146,2	399,0	75,9
5)	239,3	444,3	75,6
6)	326,8	448,2	75,6
7)	436,0	422,2	75,2
II. Stabaxe parallel zur zweizähligen Axe, Curve B:			
1)	19,7	162,2	40,5
2)	38,4	249,3	50,8
3)	75,0	323,0	58,6
4)	144,5	376,6	63,4
5)	238,1	392,8	63,7
6)	346,5	403,8	64,4
7)	499,6	440,1	65,6
III. Stabaxe parallel zur vierzähligen Axe, Curve Q:			
1)	18,1	174,1	64,6
2)	37,8	233,4	74,0
3)	78,4	271,3	83,6
4)	151,9	307,5	89,3
5)	251,7	340,6	89,7
6)	342,4	365,2	90,6
7)	435,6	387,8	89,3

Wird der inducirte Gesamtmagnetismus als Ordinate, die Intensität des äusseren Feldes als Abscisse aufgetragen, so zeigt die Curve *T* der Magnetisirung nach der dreizähligen Axe im grössten Theile ihres Verlaufes den grössten, die Curve *Q* der Magnetisirung nach der vierzähligen Axe den geringsten inducirten Magnetismus. Den grössten Unterschied zeigen die Curven bei einer Feldstärke von etwa 150 Einheiten; hier verhalten sich die inducirten Magnetismen $J_q : J_B : J_T = 15 : 18 : 19$. Bei einer Feldstärke von ungefähr 46 Einheiten schneiden sich die drei Curven, und zwischen den Feldstärken von 0 bis 46 Einheiten verhalten sich die inducirten Magnetismen umgekehrt, als bei dem weitaus grössten Theile des Verlaufes. Im Uebrigen ist aber dieses letztere Verhalten nicht bei allen Stäben gleichartig gefunden worden, und die Differenz der inducirten Magnetismen ist auf diesem ersten Theile der drei Curven auch nur eine geringe.

Das wichtigste Resultat dieser Versuchsreihe besteht also darin, dass der Magnetit bei Feldstärken über 46 Einheiten im Widerspruche zum Thomson'schen Gesetze magnetisch anisotrop gefunden wurde.

Bei der zweiten Versuchsreihe ergab sich Folgendes: Die Richtung der magnetisirenden Kraft erfolgte innerhalb der Scheibenebene; die Scheiben wurden um eine zu ihrer Ebene senkrechte Axe gedreht, während die Richtung der äusseren Kraft constant blieb. Werden von einem Punkte aus Längen aufgetragen, welche der beobachteten Stärke der Magnetisirung nach der betreffenden Richtung proportional sind, so verhält sich die Gesammtoberfläche der Magnetisirung ähnlich wie die Oberfläche der Dehnungscoëfficienten. Nur die Schnitte parallel zu den Oktaëderflächen sind Kreise.

Versuche an Krystallen verschiedener Fundorte zeigten nur so geringe Unterschiede, dass diese auf isomorphe Beimischungen zurückgeführt werden können.

P. Weiss sucht dieses Beobachtungsergebniss durch die Hypothese zu erklären, dass der reguläre Krystall aus drei Schaaren von Lamellen einer magnetischen Substanz gebildet werde, die, den Würfelflächen parallel laufend, durch nichtmagnetische Maschen von einander getrennt seien.

J. Westman fand die Grösse der Magnetisirung beim Hämatit in der Richtung senkrecht zur Axe 1,8 bis 1,9, parallel zur Axe nur 0,05 bis 0,09. Während also ein ausserordentlich grosser Unterschied zwischen den Richtungen parallel und senkrecht zur Hauptaxe zu erkennen ist, konnten die Magnetisirungen parallel einer Nebenaxe und parallel einer Zwischenaxe als gleich betrachtet werden. Für Richtungen, welche zwischen der zur Hauptaxe parallelen und der zu ihr senkrechten lagen, stimmten die beobachteten Werthe der Magnetisirung mit den unter der Annahme berechneten überein, dass die Magnetisirung eines Eisenglanzkrystalles immer in der Ebene senkrecht zur Hauptaxe stattfindet und ihrer Richtung nach mit der Componente der magnetisirenden Kraft in dieser Ebene zusammenfällt.

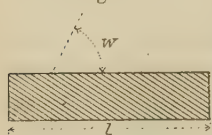
Ganz analog sind die Resultate, welche P. Weiss an Pyrrhotinkrystallen erhielt. In der Richtung der Hauptaxe ist eine Magnetisirung fast unmöglich, und man muss annehmen, dass die Pyrrhotinmasse fast nur in der Richtung der Basis magnetisirbar sei. Die Magnetisirung senkrecht zur Basis betrug nur $\frac{1}{386}$ der Magnetisirung innerhalb derselben Fläche. Der Magnetismus ist stark bei den Krystallen von Minas Geraës in Brasilien, bei allen anderen untersuchten Vorkommen (wohl in Folge fremder Beimischungen) bedeutend schwächer.

Die soeben geschilderten Beobachtungsergebnisse am Hämatit und Pyrrhotin lassen die von P. Weiss schon aus seinen Beobachtungen am Magnetit vermuthete Magnetisirung nur nach bestimmten Ebenen auch für dieses Mineral wahrscheinlich erscheinen.

Nehmen wir an, die magnetischen Schichten seien den Westman'schen Beobachtungen entsprechend innerhalb der Schichtebenen isotrop, es könne nur Magnetisirung parallel zur Schichtung stattfinden, und für Zwischenrichtungen der äusseren Kraft falle die Magnetisirung mit der

Componenten nach der Schichtrichtung zusammen. Ein zu magnetisirender Stab habe die Länge l und einen kreisförmigen Querschnitt vom Durchmesser d , wobei d nur klein gegen l sei. Die Neigung der Schichtnormalen zur Stabaxe sei W . In Fig. 1 falle die Schichtung senkrecht zur Zeichnungsebene, die Längsrichtung des Stabes in dieselbe. Zunächst mögen die magnetisirenden Kraftlinien des Feldes der in der Zeichnungsebene liegenden Schnitterichtung der Schichten parallel gehen. Nach den empirischen Formeln von Lenz, Jacobi u. A. ist der in der Volumeinheit eines Stabes inducirte Magnetismus $J \sim \left(\frac{L}{D}\right)^{1+\alpha}$, wobei L die Länge, D die Dicke des Stabes bedeutet, und $0 < \alpha < \frac{1}{2}$; im Mittel soll $\alpha = 0,3$ gesetzt werden. Legen wir zum Zwecke der ersten Orientirung diese Formel auch für die Magnetisirung der einzelnen Schichten zu Grunde, so haben wir hier als Stablänge die in die Richtung der Schichtlinien fallende Projection $L = l \sin W$, und als Stabdicke die Quadratwurzel D des zur Schichtung senkrechten Querschnittes $\frac{d^2}{\sin W}$, also $D = \frac{d}{\sqrt{\sin W}}$. Die Magnetisirung der Volumeinheit des Stabes ist somit $J \sim \left(\frac{l \sin W}{d}\right)^{1,3}$. Haben zwei Stäbe aus demselben

Fig. 4.



Materiale, mit verschiedenem Werthe W , die gleichen Dimensionen, so verhalten sich hiernach die in beiden inducirten Magnetismen $J_1 : J_2 = \left(\frac{l}{d}\right)^{1,3} \sin^{1,95} W_1 : \left(\frac{l}{d}\right)^{1,3} \sin^{1,95} W_2 = \sin^{1,95} W_1 : \sin^{1,95} W_2$.

Verläuft die Richtung des Feldes nicht parallel der Schichtung, sondern parallel der Stabaxe, so kommt nur die in die Schichtrichtung fallende Componente $R_0 \sin W$ zur Geltung, und die Magnetisirung zweier Stäbe von verschiedenem Werthe W , aber gleichen Dimensionen in der Richtung der Schichtung ist proportional der Grösse $\sin^{2,95} W$, während die in die Richtung der Stabaxe fallenden Componenten der inducirten Magnetismen proportional den Werthen $\sin^{3,95} W$ sind.

Nehmen wir zunächst an, die magnetische Schichtung sei den Würfel- flächen parallel; die in der Richtung der Axe fallende Componente der Magnetisirung eines Stabes, dessen Längsrichtung mit den drei Würfelnor- malen die Winkel W_{h1} , W_{h2} , W_{h3} bildet, ist dann

$$C \cdot (\sin^{3,95} W_{h1} + \sin^{3,95} W_{h2} + \sin^{3,95} W_{h3}) = CH,$$

wobei C den Proportionalitätsfactor bedeutet.

1) Sei die Stabaxe parallel der dreizähligen Axe, dann wird:

$$W_{h1} = W_{h2} = W_{h3} = 54^\circ 44' 8''; \quad H_0 = 4,347.$$

2) Sei die Stabaxe parallel der vierzähligen Symmetrieaxe, dann wird:

$$W_{h1} = 0, W_{h2} = W_{h3} = 90^\circ; H_h = 2,0.$$

Während also der inducirte Magnetismus des parallel zur Würfelnormalen geschnittenen Stabes sich zu dem Magnetismus des parallel zur Oktaëdernormalen gerichteten Stabes nach dieser Hypothese verhalten müsste wie $H_h : H_0 = 20 : 43$, ergaben die Beobachtungen von Weiss für dieselben Stäbe $J_h : J_0 = 45 : 49$. Der Weiss'schen Annahme, dass die Magnetisirung parallel zur Würffläche stattfinde, widersprechen daher seine Beobachtungen.

Nehmen wir an, die Magnetisirung erfolge nach Ebenen, die den Oktaëderflächen parallel gehen. Die in der Richtung der Axe fallende Componente der Magnetisirung eines Stabes, dessen Längsrichtung mit den vier Oktaëdernormalen die Winkel $W_{01}, W_{02}, W_{03}, W_{04}$ bildet, ist also

$$C(\sin^{3,95} W_{01} + \sin^{3,95} W_{02} + \sin^{3,95} W_{03} + \sin^{3,95} W_{04}) = C \cdot O.$$

1) Sei die Stabaxe parallel der dreizähligen Symmetrieaxe, dann wird:

$$W_{01} = 0, W_{02} = W_{03} = W_{04} = 70^\circ 34' 44''; O_0 = 2,37737.$$

2) Sei dieselbe parallel der zweizähligen Symmetrieaxe, dann wird:

$$W_{d1} = W_{d2} = 35^\circ 45' 52'', W_{d3} = W_{d4} = 90^\circ; O_d = 2,22844.$$

3) Sei dieselbe parallel der vierzähligen Symmetrieaxe, dann wird:

$$W_{h1} = W_{h2} = W_{h3} = W_{h4} = 54^\circ 44' 8''; O_h = 4,79589.$$

Nach den Beobachtungen von P. Weiss an inducirten Magnetitscheiben sind alle in der Oktaëderfläche gelegenen Richtungen magnetisch gleichwerthig. Die die Flächen eines Oktaëders umgrenzenden Kanten bilden drei in der Oktaëderfläche liegende Richtungen, die zu den Flächen des Rhombendodekaëders senkrecht stehen. Die drei Höhenlinien der Oktaëderflächen stehen senkrecht zum Ikositetraëder $\{112\}$. Für letztere wird

$$W_{i1} = 49^\circ 28' 20'', W_{i2} = 90^\circ, W_{i3} = W_{i4} = 61^\circ 52' 30''; O_i = 2,23054.$$

Unter der Voraussetzung, dass die Magnetisirung nur nach Ebenen stattfinde, welche den Oktaëderflächen parallel gehen, ist somit das Verhältniss der inducirten Magnetismen von Stäben, deren Längsrichtung senkrecht zur Oktaëderfläche $\{111\}$, Ikositetraëderfläche $\{112\}$, Rhombendodekaëderfläche $\{110\}$ und Hexaëderfläche $\{400\}$ gerichtet sind, bestimmt durch

$$\begin{aligned} O_0 : O_i : O_d : O_h &= 2,37737 : 2,23054 : 2,22844 : 4,79589 \\ &= 1 : 0,938 : 0,937 : 0,754 \end{aligned}$$

Nach den Beobachtungen von P. Weiss ist für eine Feldstärke von 450 Einheiten das entsprechende Verhältniss:

$$J_0 : J_i : J_d : J_h = 49 : 48 : 48 : 45 = 1 : 0,947 : 0,947 : 0,790.$$

Bei der Feldstärke von 450 Einheiten scheint also in der That die Magnetisirung des Magnetits bei den Weiss'schen Be-

obachtungen fast nur nach vier, magnetisch von einander unabhängigen Schichtencomplexen stattgefunden zu haben. Die magnetischen Ebenen entsprechen aber nicht, wie Weiss vermuthete, den Würfelflächen, sondern den Oktaëderflächen. Genau so wie beim Pyrrhotin und beim Hämatit stehen die magnetischen Ebenen zur trigonalen Axe senkrecht, und bei allen drei Mineralien liegen parallel zu den magnetischen Ebenen Absonderungsflächen.

Bei niedrigerer Feldstärke erfolgt die Magnetisirung des Magnetits nicht ausschliesslich, aber in höherem Grade nach den magnetischen Ebenen.

Nach der Ampère'schen Theorie des Magnetismus muss man hiernach annehmen, dass bei allen bis jetzt genauer untersuchten paramagnetischen Krystallen eine Drehung der Molekularströme entweder ausschliesslich oder doch in höherem Maasse um die trigonale Axe erfolgt, so dass Moleküle, welche einer gemeinsamen oktaëdrischen Schicht angehören, auch während der Drehung in der gleichen Ebene bleiben.

Bei solchen regulären Mineralien, bei welchen der Zusammenhang zwischen Molekülen innerhalb derselben Oktaëderebenen inniger ist, als zwischen anderen Molekülen, muss man¹⁾ den oktaëdrischen Typus der regulären Structur annehmen. Der Magnetit besteht also aus oktaëdrischen Molekulargruppen, die nach den Ecken von Würfeln²⁾ angeordnet sind (vergl. Fig. 2), und von denen jede Gruppe wieder aus acht nach den

Fig. 2.

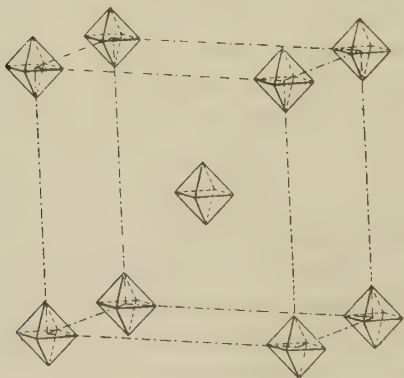
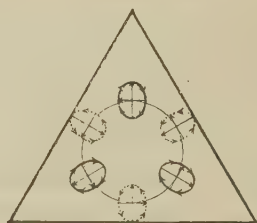


Fig. 3.



Oktaëderflächen angeordneten Teilgruppen, etwa von der Form der Fig. 3, aufgebaut ist. Diese Teilgruppen entsprechen genau der Molekularanordnung des Pyrrhotins und des Hämatits.

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 605.

2) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 586, Fig. 40.

Infolge der elektrodynamischen Wirkung des äusseren Feldes müssen demnach bei allen drei Mineralien die einzelnen Moleküle einer Gruppe Drehungen um ihre eigene, der trigonalen Axe der Gruppe parallele Axe erfahren, während die Richtung dieser Axe selbst mehr oder weniger stabil bleibt. Während also die Stabilität der Molekularströme die Permeabilität der magnetischen Kraftlinien vermindert, d. h. die Krystalle im Allgemeinen diamagnetisch macht, bewirkt die Beweglichkeit derselben (vielleicht in Verbindung mit einer Vergrösserung der Strombahnen infolge ungenügender Isolirung des Intermolekularraumes) eine Vermehrung der Permeabilität, macht also die Krystalle paramagnetisch.

Dass beim Magnetit $(FeO_2)_2Fe$ nicht, wie man aus der Weiss'schen Annahme folgern müsste, der hexaëdrische, sondern der oktaëdrische Typus vorliegt ¹⁾, scheint ausser aus den vorstehenden Bemerkungen auch aus der chemischen Aehnlichkeit mit dem pseudohexagonalen Chrysoberyll $(AlO_2)_2Be$ und noch mehr mit dem vermuthlich hexagonalen Plumboferrit $(FeO_2)_2(Fe, Pb, Mn, Mg, Cu, Ca)$ ²⁾ hervorzugehen.

Das gewöhnliche Eisen kann bekanntlich als ein ungeordnetes Aggregat äusserst kleiner Eisenkryställchen betrachtet werden. Die Eisenkrystalle sind regulär und zeigen dieselbe Absonderung nach dem Oktaëder wie das Magneteisen. Infolge der isomorphen Mischung von Platin und Eisen müssen die regulären Krystalle beider Elemente dieselbe Structur besitzen. Da nun aber das Platin sowohl in regulärer, als auch (im Osmiridium) in hexagonaler Form mit dem Axenverhältnisse 1:1,410 auftritt, so kann die Krystallstructur des Eisens wie die des regulären Platins nur dem rein oktaëdrischen Typus entsprechen ³⁾. Es ist daher in hohem Grade wahrscheinlich, dass auch beim Eisen die Oktaëderflächen als magnetische Ebenen anzusehen sind.

Bei der algebraischen Formulirung der Beobachtungsergebnisse am Magnetit scheint es nach dem Resultate der vorstehenden Untersuchungen naturgemässer, statt derjenigen Constanten, welche sich auf die Magnetisirung der drei Hauptachsen beziehen, solche einzuführen, welche auf die Magnetisirung der Oktaëderflächen Bezug haben. Seien demnach $A = R \sin \alpha$, $B = R \sin \beta$, $C = R \sin \gamma$, $D = R \sin \delta$, wobei $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ die Winkel bedeuten, welche die Richtung der äusseren magnetisirenden Kraft R mit den Normalen zu den vier Oktaëderflächen bilden, und seien a, b, c, d die Componenten des inducirten Momentes m der Volumeinheit nach den vier Oktaëderflächen; dann ist

$$l = a \sin \alpha + b \sin \beta + c \sin \gamma + d \sin \delta$$

das inducirte Moment in der Richtung der Kraftlinien.

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 605.

2) Ebenda **24**, 429.

3) Ebenda **34**, 571 und 586.

Setzen wir ¹⁾ für reguläre Krystalle

$$\begin{aligned} a &= A(k - k_1 A^2 - k_2 R^2 - k_3 A^4 - k_4 A^2 R^2 - k_5 R^4 \dots) \\ b &= B(k - k_1 B^2 - k_2 R^2 - k_3 B^4 - k_4 B^2 R^2 - k_5 R^4 \dots) \\ c &= C(k - k_1 C^2 - k_2 R^2 - k_3 C^4 - k_4 C^2 R^2 - k_5 R^4 \dots) \\ d &= D(k - k_1 D^2 - k_2 R^2 - k_3 D^4 - k_4 D^2 R^2 - k_5 R^4 \dots), \end{aligned}$$

wobei die Constanten k_h solche Werthe haben, dass das erste Glied einer jeden Klammer bei mässiger Feldstärke die folgenden erheblich überwiegt, und beschränken wir uns auf die Glieder erster Ordnung, so wird

$$\begin{aligned} I &= (\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma + \sin^2 \delta) k R - (\sin^4 \alpha + \sin^4 \beta + \sin^4 \gamma + \sin^4 \delta) k_1 R^3 \\ &\quad - (\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta + \sin^2 \gamma + \sin^2 \delta) k_2 R^3 \\ &= \frac{1}{3} (k R - k_2 R^3) - (\sin^4 \alpha + \sin^4 \beta + \sin^4 \gamma + \sin^4 \delta) k_1 R^3. \end{aligned}$$

Ist die Feldstärke R so gering, dass die mit k_1 multiplicirten Glieder vernachlässigt werden können, so ist also auch bei der Annahme magnetischer Ebenen parallel zu den Oktaëderflächen magnetische Isotropie vorhanden. Muss dagegen auch der mit k_1 multiplicirte Ausdruck berücksichtigt werden, so ist magnetische Anisotropie vorhanden. Für alle Richtungen, die einer Oktaëderfläche parallel gehen, wird $(\sin^4 \alpha + \sin^4 \beta + \sin^4 \gamma + \sin^4 \delta) = \frac{2}{9}$; innerhalb eines oktaëdrischen Schnittes sind somit alle Richtungen magnetisch gleichwerthig.

Die bestimmte Vorstellung über die Art der Magnetisirung des Magnets, wie sie oben entwickelt wurde, kann vielleicht auch eine Handhabe bieten, die immerhin unbefriedigende Darstellung der Momente a, b, c durch Potenzreihen durch eine andere, etwa trigonometrische, zu ersetzen.

Nachtrag bei der Correctur.

Die Untersuchung von F. Wallerant: Sur les variations de l'aimantation dans un cristal cubique (Comptes Rendus 1904, **133**, 630), welche die inducirten Momente nach den drei Hauptaxen ebenfalls durch Potenzreihen darstellt und bei der Discussion dieser Fundamentalgleichungen die algebraischen Bedingungen ableitet, unter welchen diese die magnetischen Verhältnisse eines paramagnetischen oder eines diamagnetischen Krystalles ausdrücken, konnte bei vorstehender Mittheilung leider nicht berücksichtigt werden, da diese letztere beim Erscheinen der ersteren bereits dem Drucke übergeben war.

1) Vergl. W. Voigt, Ueber die Influenz ferromagnetischer Krystalle. Auszug am Schlusse dieses Heftes.

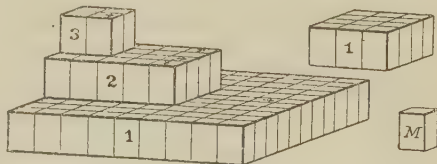
VII. Die vicinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 4 Textfigur.)

In meiner ersten Mittheilung: »Zur Symmetrie der Krystalle«¹⁾ machte ich folgende Bemerkung: »Es führt die Untersuchung der vicinalen Flächen zu solch complicirten Indices derselben, dass bei ihnen von einfachen rationalen Verhältnissen der Axenschnitte nicht mehr die Rede sein kann; die allgemeine Zulassung willkürlich grosser Indices würde aber den Werth des Rationalitätsgesetzes sehr erschüttern.« Diese Eigenthümlichkeit der vicinalen Flächen versuchte ich experimentell²⁾ und theoretisch³⁾ zu begründen. »Da jede Fläche scheinbar nur senkrecht zu ihrer Ebene fortwächst, so mag es wohl erklärlich sein, dass man meistens normale Kräfte zur Erklärung des Flächenwachstums voraussetzt. Da wir uns aber doch nicht vorstellen können, dass ganze Flächenschichten wie eine fertige Decke, sondern eher wie eine Anzahl Nüsse auf der Ebene eines Tisches zur Ablagerung kommen, dass also ein Molekül nach dem anderen in den Krystallbau eingezogen wird, so folgt, dass das normale Wachsthum der Flächen eine secundäre, das tangential Wachsen der Flächen der primäre Vorgang ist«⁴⁾. »Nehmen wir an, es hätte sich schon eine kleine Krystallschicht (vergl. Figur) gebildet, und durch die Diffusion sei ein noch freies Molekül *M* in die Verlängerung der Krystallschicht gelangt, so



1) Diese Zeitschr. 1890, **17**, 328.

3) Ebenda 1894, **19**, 260.

2) Ebenda 1894, **19**, 242—247.

4) Ebenda 1897, **28**, 70.

wird dasselbe von den eventuell vorhandenen, in der Richtung der Ebene wirkenden Kräften des Krystalles angezogen, andererseits aber auch von dem nach der Verbrauchsstelle gerichteten Diffusionsdruck über die Unterlage (resp. schon vorhandene ältere Fläche) geschoben werden, und dadurch die Schicht selbst sich tangential vergrössern. Die auf der Oberfläche der ersten Schicht abgelagerten Moleküle geben dann den Anstoss zu einer zweiten Schicht etc. Die sämmtlichen jüngeren, also höheren Schichten können dann in ihrem tangentialen Vorrücken hinter den älteren etwas zurückbleiben, weil sie eben später ihr Wachsthum begonnen haben. Normale Kräfte des Krystalles können sich wohl zu der Diffusionskraft der Lösung addiren und einen schnelleren Zufluss der Moleküle veranlassen. Sollten jene (normalen Kräfte) an gewissen Stellen einen maximalen Werth haben, so würde dies zur Folge haben, dass hier jedesmal der Ansatz für eine Schicht begünne. Wir wollen solche Stellen, da sie den höchsten Punkt einer Fläche darstellen, den Scheitel der Fläche nennen. Soll von einer Stelle aus durch tangenciales Wachsthum eine Schicht gebildet werden, so muss die Anlagerung innerhalb der Flächenebene mindestens nach zwei Richtungen geschehen. Geometrisch können Krystallflächen zwar auch durch die Richtung ihrer Normalen definirt werden; physikalisch dagegen müssen wir dieselben durch zwei Richtungen in ihrer Ebene bestimmen«¹⁾.

Für die Behauptung, dass die Bildung von Krystallflächen in erster Linie von tangentialen und nicht von normalen Kräften bedingt wird, hatte ich schon früher²⁾ einen strengeren Beweis gegeben. Man kann entweder annehmen: »Als Krystallflächen treten solche Ebenen auf, die zwei Richtungen enthalten, nach welchen die Wirkung der anziehenden Kräfte einen maximalen Werth besitzt«, oder »als Krystallflächen treten solche Ebenen auf, in deren Normalen ein Minimum der Kraftwirkung fällt«. »Indessen diese (letztere) Auffassung steht mit der fast stets auftretenden Zonenausbildung nicht in Einklang. Es liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass z. B. bei einem triklinen Krystalle alle Richtungen senkrecht zu einer Zonenaxe ein Minimum der anziehenden Kräfte besitzen sollen, was nach dieser letzteren Definition der Fall sein müsste, dagegen steht der Annahme, dass die allen Flächen gemeinsame Richtung der Zonenaxe ein Maximum besitze, wie es die erste Definition verlangt, nichts im Wege.« Besitzen nun zwei Richtungen im Raume ein Maximum der anziehenden Kräfte, so muss hiernach die von beiden Richtungen gebildete Ebene eine krystallographisch mögliche Fläche darstellen. Die eine Definition macht demnach die Annahme, dass alle in gewissen Ebenen liegende Richtungen die gleiche Eigenschaft (ein Minimum der anziehenden Kräfte) besitzen; die andere verlangt nur

1) Diese Zeitschr. 4897, 28, 74.

2) Ebenda 4894, 19, 241.

die gleiche Eigenschaft (Maximum der anziehenden Kräfte) für die gleiche Richtung.

Zu derselben Schlussfolgerung führt endlich auch die Art der Ausheilung von absichtlich verletzten oder ungleichmässig gezüchteten Krystallen, wie sie neuerdings von Ch. Maurin¹⁾ beschrieben wurde.

Man darf die Bedeutung des vorstehenden Satzes: »Als Krystallflächen treten solche Ebenen auf, die zwei Richtungen enthalten, nach welchen die Wirkung der anziehenden Kräfte einen maximalen Werth besitzt«, nicht verwechseln mit dem neuerdings²⁾ von G. Wulff ausgesprochenen Satze: »Auf dem Krystalle entwickeln sich am stärksten diejenigen Krystallflächen, welche die geringste Geschwindigkeit des Wachsthum (nach der Normalen) besitzen.«

Gegen diesen letzteren dürfte kaum ein Widerspruch denkbar sein, denn sobald etwa ein Oktaëder senkrecht zu zwei einander parallelen Oktaëderflächen weniger rasch wächst, als senkrecht zu den übrigen Oktaëderflächen, so muss schon aus rein geometrischen Gründen der Krystall nach jenem Flächenpaare tafelförmig werden.

Wenn innerhalb einer Krystallfläche eine grössere Menge fremder Körper eingeschlossen wurde, so muss die orientirende Kraft innerhalb dieser Fläche schwächer werden, als nach den gleichen oder nach gleichwerthigen Richtungen innerhalb der von fremden Substanzen freien Flächen. Neu sich ablagernde Bestandtheile müssen sich deshalb häufiger nach diesen Flächen orientiren als nach jenen. Die letzteren wachsen daher rascher in der Richtung der Normalen als jene. Unter gleichzeitiger Berücksichtigung des vorigen Satzes folgt also hieraus: »Jene Krystallflächen, deren Anwachskegel Fremdkörper molekular in sich einlagern, erlangen eine um so grössere relative Ausdehnung, je mehr ihre Anwachskegel von dem Fremdkörper aufnehmen.«³⁾

G. Wulff erwähnt, »dass viele Krystallographen und Physiker geneigt waren, die Molekeln des Krystalles als Centra der Attractionskräfte anzusehen, die auf eine bedeutende Entfernung wirken und eine gleichmässige Zuströmung des krystallisirenden Stoffes von allen Seiten durch die Flüssigkeit verursachen, wobei jedoch letztere im Ganzen ruhig bleibt«⁴⁾, und ist der Ansicht, der Frankenheim'sche Versuch⁵⁾ bewaise »ganz überzeugend, dass der Krystall keine Fernwirkung ausübe«. Dass dieser Versuch die ihm zugeschriebene Beweiskraft nicht besitzt, habe ich seinerzeit⁵⁾ ausführ-

1) Vergl. diese Zeitschr. **35**, 527.

2) Ebenda 1904, **34**, 454.

3) O. Maschke, diese Zeitschr. 1900, **33**, 70.

4) Diese Zeitschr. **34**, 452.

5) Ebenda 1894, **19**, 262.

lich dargelegt und dabei hervorgehoben, dass allerdings die orientirende Wirkung wohl nur in geringer Entfernung stattfindet.

Als ein Beweis gegen die Fernwirkung der Moleküle galt früher bekanntlich auch der Gegensatz zwischen den Resultaten der älteren molekularen Elasticitätstheorie und der Beobachtung, und es wurde jene deshalb durch die »Nahewirkungstheorie« ersetzt, welche die Wechselwirkung zwischen verschiedenen benachbarten Theilen der Materie in ihre Trennungsflächen verlegt. Nachdem aber durch Poisson die Fehler der älteren Theorie in einer anderen Ursache erkannt waren, ist die »neuere molekulare« oder die »neuere Fernwirkungstheorie«, wie sie von W. Voigt entwickelt wurde, durchaus mit der Beobachtung übereinstimmend gefunden worden.

Meiner früheren Auffassung entsprechend müssen wir also annehmen, dass die wachsende Krystallfläche die Herbeischaffung des Materials den Diffusions-, eventuell auch den Concentrationsströmungen nach den Verbrauchsstellen verdankt, die endgültige Einreihung in den Molekularverband des Krystalles aber der tangentialen Richtkraft der schon vorhandenen Krystalloberfläche.

Die sich neu anlagernden Moleküle müssen sich so richten, dass ihre Kraftrichtungen mit den entsprechenden, von dem fertigen Krystalle erzeugten Kraftlinien zusammenfallen. Besteht nun die Krystalloberfläche, wie es wohl immer mehr oder weniger der Fall ist, und wie durch die Figur S. 414 angedeutet ist, aus einzelnen Terrassen, so ist zu beachten, dass die Kraftrichtungen der Oberfläche nicht mit den betreffenden Richtungen im Inneren des Krystalles genau parallel gehen, sondern von der oberen Kante der Terrasse ausgehend etwas gegen die vorliegende tiefere Fläche geneigt sind. Die neu entstehende, die einspringenden Winkel ausgleichende Fläche kann deshalb (»in Folger dieser, als Oberflächenspannung zu deutenden Ablenkung«) nicht genau dem Rationalitätsgesetze genügen¹⁾. Da, wie schon Haüy erkannt, die Rationalität der Flächen und die regelmässige Anordnung der kleinsten Bestandtheile im causal Zusammenhang stehen, so kann also an der äusseren Krystallfläche auch die Structur keinem regelmässigen Punktsysteme entsprechen.

Neuerdings haben auch G. Wulff und C. Viola der Frage nach der Rationalität der Indices der vicinalen Flächen recht anerkennenswerthe Untersuchungen gewidmet. G. Wulff sagt²⁾: »Bei der Krystallisation orientiren sich die Moleküle auf den Flächen des Krystalles ganz gleichförmig durch den Einfluss der Richtkraft der Krystallisation. Jedoch müssen sich diese Kräfte unbedingt mit den Kräften, durch welche die Molekeln von den Concentrationsströmungen fortgezogen werden, zu einer Kraft zusammen-

1) Diese Zeitschr. 1894, **19**, 263.

2) Ebenda 1904, **34**, 464.

setzen. Die sich ablagernden Molekeln orientiren sich nach den Richtungen, die den resultirenden Kräften entsprechen, und am Ende erhält man Flächen-theile, welche um einen mehr oder weniger kleinen Winkel aus ihrer normalen Lage gebracht sind.« Ich möchte hierzu bemerken, dass die Richtkraft der Krystalle jedenfalls noch fort dauert, wenn die Diffusions- und Concentrationsströme schon aufgehört haben. Wenn also wirklich die Orientirung der sich ablagernden neuen Bestandtheile ausser von der Richtkraft des Krystalles auch von der der Strömung beeinflusst würde, so müsste doch nach dem Erlöschen der letzteren eine derartige Umlagerung eintreten, dass die schliessliche Orientirung der Moleküle des nicht mehr wachsenden Krystalles nur noch von der Richtkraft des Krystalles abhängt. Die Ansicht, dass solche Strömungen für die Herbeischaffung des Materials und somit auch für die Terrassenbildung und in Folge dessen für die Beschaffenheit der vicinalen Flächen in Frage kommen, darin stimme ich, wie oben bemerkt, mit Herrn Wulff vollständig überein.

C. Viola bemerkt 1): »Es ist aber schwer zu denken, dass bei der Bildung der Calcitkrystalle z. B. die Strömungen so regelmässig verlaufen, dass überall, wo Vicinalflächen vorkommen, diese nach den Symmetrieverhältnissen der Krystalle geordnet seien.« Ich glaube dieses Bedenken verschwindet, sobald man berücksichtigt, dass diese Strömungen nach den Hauptverbrauchsstellen gerichtet sind, und dass diese der Symmetrie des Krystalles entsprechend auf der Krystalloberfläche vertheilt liegen.

Derselbe Autor schreibt ferner: »Also entfernen sich die Krystalle soweit von dem Haüy'schen Gesetze, als ihre Structur von einem regelmässigen Punktsysteme abweicht.« ... »Die viel beobachteten Calcitkrystalle, die Menge von Formen, welche bei dieser Krystallart constatirt worden sind, und die grossen Unregelmässigkeiten, welche bei den Calcitflächen zum Vorscheine kommen, beweisen keineswegs, dass das Haüy'sche Gesetz vollkommen und überall gilt. Auf Einzelheiten, aber nicht durch dasselbe Princip geleitet, hat neulich Beckenkamp aufmerksam 2) gemacht.« Da ich, wie aus vorstehenden Angaben wohl hervorgeht, schon früher — allerdings an verschiedenen Stellen zerstreut — dieses Princip hinreichend erörtert zu haben glaubte, so hatte ich allerdings dasselbe an der von Herrn Viola citirten Stelle nicht wieder berührt, und deshalb glaubte ich im Vorstehenden meine schon früher an verschiedenen Stellen mitgetheilten Resultate nochmals im Zusammenhange angeben zu müssen.

Bei den festen Krystallen beschränkt sich die in Folge der Wirkung der Oberflächenspannung eintretende Störung nur auf eine äussere Grenzschicht, die um so dicker sein muss, je grösser die Oberflächenspannung

1) Diese Zeitschr. 1904, **35**, 234.

2) Ebenda **34**, 569.

im Verhältnisse zu den übrigen orientirenden Kräften des Krystalles ist. Innerhalb dieser Grenzschicht kann die Massenvertheilung der eines regelmässigen Punktsystemes nicht entsprechen. Bei den von O. Lehmann beschriebenen Krystalltropfen ¹⁾ erstreckt sich dagegen dieselbe Störung auf die ganze Masse. Man kann daher auch in dieser Hinsicht die flüssigen Krystalle als die Endglieder einer Reihe betrachten, deren anderes Endglied von festen Krystallen gebildet würde, bei welchen die Wirkung der Oberflächenspannung relativ so gering wäre, dass auch an der Oberfläche obige Störung der regelmässigen Punktanordnung nicht vorhanden wäre.

Neuerdings ²⁾ erschien aus dem mineralogischen Institute des Herrn Vernadsky in Moskau eine Abhandlung über den Baryt, in welchem meine Anschauungen über die Structur dieses Minerals und speciell über die vicinalen Flächen und Aetzfiguren desselben beanstandet werden. Soviel ich aus dem deutschen »Resumé« entnehme, beruhen die dort erhobenen Einwendungen im Wesentlichen auf einem unzweifelhaften Missverständnisse des Herrn Verfs. J. Samojloff. Ich kann aber leider erst dann näher auf diese Einwendungen eingehen, wenn mir eine Uebersetzung oder ein ausführlicheres Referat der russisch geschriebenen Arbeit in einer anderen Sprache vorliegt.

1) Diese Zeitschr. **34**, 569.

2) Bullet. de l. Soc. Nat. de Moscou 1902, No. 2.

VIII. Beitrag zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Krystall und Molekül.

Von

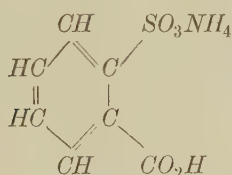
H. Zirngiebl in München.

(Mit 46 Textfiguren.)

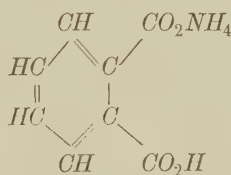
Allgemeiner Theil.

Der Zweck der vorliegenden Arbeit war, einige Substanzen möglichst eingehend zu untersuchen, welche bei ausserordentlich ähnlicher Krystallform keine isomorphen Mischungen bilden. Es zeigt sich, dass dieselben chemisch im Allgemeinen analog gebaut sind, dass aber der nicht gemeinsame Bestandtheil, obwohl er einen ähnlichen chemischen Charakter besitzt, verschiedenartig constituirt ist.

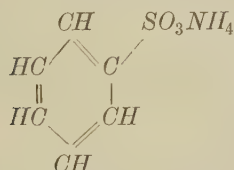
Betrachtet man folgende Reihen:



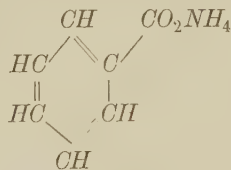
o-sulfobenzoësaures Ammonium,



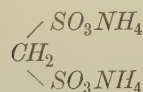
phtalsaures Ammonium,



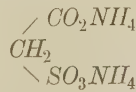
benzolsulfonsaures Ammonium,



benzoësaures Ammonium,



methionsaures Ammonium,

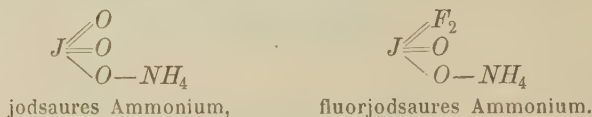


sulfoessigsäures Ammonium,

so sieht man, dass die Glieder der ersten Reihe sich chemisch von den Gliedern der zweiten Reihe dadurch ableiten, dass CO_2 durch SO_3 ersetzt ist. Die Aenderung der Krystallform bei dieser Ersetzung ist eine sehr geringe, die Aehnlichkeit der Krystallstructur eine sehr grosse. Die sich ersetzenden Bestandtheile CO_2 und SO_3 unterscheiden sich in Atomzahl und Molekulargewicht sehr bedeutend, in ihrem chemischen Charakter aber sind sie einander sehr nahe verwandt. Ganz Aehnliches ist der Fall bei der Ersetzung von CH_2 durch NH , wie in dem Beispiele:



und ferner bei der Ersetzung von Sauerstoff durch Halogen, wie z. B.:



Die Krystallstructur aller dieser Beispiele ist eine sehr ähnliche, aber es war unmöglich, Mischkrystalle der correspondirenden Substanzen zu erhalten, oder in Lösung einen Einfluss derselben aufeinander wahrzunehmen.

4. Ersetzung der Carboxyl- durch die Sulfongruppe.

Die grosse Aehnlichkeit im chemischen Charakter der Carboxyl- und der Sulfongruppe bei organischen Verbindungen ist so bekannt, dass nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht. Bis jetzt aber wurde noch kein Versuch gemacht, zu untersuchen, ob diese chemische Aehnlichkeit auch in einer krystallographischen Aehnlichkeit ihren Ausdruck findet. In der That hat sich gezeigt, dass eine ganz auffallende Uebereinstimmung besteht zwischen Krystallen, welche aus Verbindungen nach der allgemeinen Formel



bestehen, und solchen, welche Moleküle von der Formel



enthalten.

Ausgegangen wurde von den Salzen der Orthosulfobenzoesäure



welche mit denen der Phtalsäure



verglichen wurden. Nachdem sich die grosse krystallographische Aehnlichkeit sowohl der beiden Säuren, als auch ihrer correspondirenden Salze

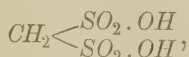
ergeben hatte, wurde die Untersuchung ausgedehnt auf die Benzol-sulfonsäure



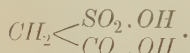
verglichen mit der Benzoëssäure



und auf die Methionsäure

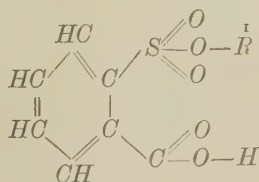


verglichen mit der Sulfoessigsäure



Da für die Zwecke einer krystallographischen Vergleichung Krystalle nicht nur von befriedigender Ausbildung, sondern auch frei von Krystallwasser nöthig sind, so war die Auffindung von Untersuchungsmaterial nicht leicht. In der Reihe der Orthosulfobenzoëssäure und Phtalsäure wurden ausser den Säuren selbst alle Alkalisalze untersucht mit Ausnahme des orthosulfobenzoësauren Rubidiums, welches wasserhaltig in unmessbaren Nadeln krystallisirte. Die übrigen zwei Vergleichspaare konnten nur als Ammoniumsalze mit einbezogen werden, da weder die Säuren noch die übrigen Salze zweckentsprechend waren. Auch sonstige Versuche, die Vergleichung zu erweitern, z. B. Terephtalsäure und Parasulfobenzoëssäure, Malonsäure und Sulfoessigsäure etc., misslangen an dem Widerstande der einen oder beider Substanzen.

Die Orthosulfobenzoëssäure wurde nach den Angaben Remsen's⁴⁾ aus käuflichem Saccharin hergestellt. Schöne Krystalle sind leicht zu erhalten, ob die Lösung sauer oder neutral ist; in Salzsäure ist der Körper jedoch schwerer löslich, da natürlich die Dissociation zurückgeht. Die Säure wurde mit Hülfe des Schmelzpunktes, der Phtalein- und der Salicylsäurereaction erkannt. Sie enthielt kein Krystallwasser. Basen gegenüber verhält sie sich wie die Phtalsäure. Sie bildet saure Alkalisalze, und auch ein grosser Ueberschuss an kohlensauren Alkalien liefert keine neutralen Salze. Dass das Alkali an die Sulfongruppe gebunden ist, macht die grössere Acidität dieser Gruppe gegenüber der Carboxylgruppe sehr wahrscheinlich. Die Salze besitzen also die Constitution:



4) Remsen und Fahlberg, Jbr. 4879, 755.

Remsen und Palmer, Jbr. 4886, 4554.

Die einzelnen Salze wurden nicht nur krystallographisch und physikalisch, sondern auch chemisch untersucht.

Das saure orthosulfobenzoësaure Kalium wurde zwischen Fliesspapier getrocknet und verlor im Exsiccator über Chlorcalcium nur unbedeutend an Gewicht. Beim Erhitzen auf 400° C. verloren sodann

0,4363 g Substanz

0,0014 g Wasser oder 0,25 % H_2O ,

bei weiterem Erhitzen auf 420° C. nichts mehr. Bei einem zweiten Versuche verloren

0,2294 g Substanz im Ganzen 0,47 % H_2O .

Das Kalium wurde als Platinsalz (man muss mit dem Aetherzusatz vorsichtig sein, da die Säure in Aether ziemlich schwer löslich ist) und als Sulfat bestimmt zu 46,08 % und 46,34 %. Berechnet 46,25 %.

Das saure orthosulfobenzoësaure Ammonium wurde 44 Tage über Chlorcalcium getrocknet und dann das Ammoniak als metallisches Platin bestimmt. Es ergab sich 7,70 % NH_3 , berechnet 7,76 %. Ein anderes Mal wurde das Ammoniak überdestillirt, in Normaloxalsäure aufgefangen und mit $\frac{1}{10}$ -Normalammoniaklösung zurücktitrirt. Ergebniss 7,64 % NH_3 .

Das saure orthosulfobenzoësaure Cäsium krystallisirte ausgesprochen hemimorph, ergab aber bei der Analyse die der Formel entsprechenden Werthe. Aus einer stark sauren Lösung des Cäsiumsalzes schied sich ein Theil der freien Orthosulfobenzoëssäure aus. Deren Krystalle zeigten eine auffällige Hemimorphie und zwar in der gleichen Weise, wie sie dem Cäsiumsalze eigenthümlich ist, so dass man sie für letzteres halten konnte. Die Analyse ergab aber, dass die freie Säure vorlag. Cäsium war nur spurenweise enthalten, der Schmelzpunkt gegenüber der reinen Orthosulfobenzoëssäure nur sehr wenig verändert, und die Titration stimmte ebenfalls auf die freie Säure. Krystallographisch ergab sich die Uebereinstimmung mit der freien Säure und die Differenz mit dem Cäsiumsalz:

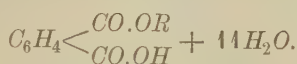
Kante:	Gemessen:	o-Sulfobenzoëssäure:	o-sulfobenzoës. Cäsium:
$cp = (001) : (\bar{1}11) = 65^{\circ} 41'$		$65^{\circ} 48'$	$64^{\circ} 39'$

Es liegt hier eine merkwürdige Einwirkung des Cäsiumsalzes auf die freie Säure vor. Einer eingehenderen Untersuchung war durch die geringen Mengen Inhalt gethan. Ob hier eine Spaltung der Orthosulfobenzoëssäure in optisch active Componenten oder eine rein krystallographische Beeinflussung vorliegt, lässt sich nicht entscheiden. Auf eine isomorphe Mischung zwischen Säure und Salz zu schliessen, wäre der fehlenden Analogien wegen gewagt.

Die Phtalsäure, sowie ihr Kalium- und Ammoniumsalz haben

Muthmann und Ramsay gemessen ¹⁾. Das Rubidium- und das Cäsiumsalz wurden von mir untersucht.

Das saure phtalsaure Rubidium zeigt analog dem entsprechenden orthosulfobenzoësauren Salze die Neigung, krystallwasserhaltige Krystalle zu bilden, da sich bei niedrigerer Temperatur eine Ausscheidung vorfand, welche zwar zu gering war, um ihre chemische Formel sicher zu stellen, die aber höchstwahrscheinlich einem Salze mit 11 Mol. Krystallwasser entsprach, also die Formel beansprucht:



Die Analyse ergab 44,52 % H_2O , berechnet 44,58 %. Die Krystalle waren gut messbar, und sind die näheren Bestimmungen später aufgeführt. Gewöhnlich aber krystallisirte das Salz wasserfrei in den der Reihe entsprechenden Formen, jedoch mit polarer Axe.

Das saure phtalsaure Cäsium krystallisirt ebenfalls in hemimorphen Krystallen und zeigt so die auffallendste Uebereinstimmung mit dem entsprechenden Salze der Orthosulfobenzoësäure.

Vergleicht man nun die Salze sowohl, als die freien Säuren mit einander, so zeigt sich eine so weitgehende Uebereinstimmung der orthosulfobenzoësauren mit den phtalsauren Salzen, dass es nicht möglich ist, mit blossem Auge die Krystalle zu unterscheiden. Der Habitus der orthosulfobenzoësauren Salze ist zwar bei veränderten Bedingungen oft sehr variabel, wie aus den Messungen zu ersehen ist, aber der gewöhnliche Habitus stimmt mit demjenigen der phtalsauren Salze vollkommen überein. Die Krystallstructur der beiden chemisch einander so nahe stehenden Verbindungen ist also eine ausserordentlich ähnliche.

Niemals aber war es möglich, einen Einfluss der orthosulfobenzoësauren und phtalsauren Salze oder der freien Säuren auf einander wahrzunehmen. Weder durch Aenderung des Mischungsverhältnisses, noch durch Variation des Lösungsmittels gelang es Mischkrystalle zu erhalten. Die beiden Substanzen krystallisirten neben einander aus. Ebensowenig hatte der Versuch einen Erfolg, mittelst eines Krystalles der einen Substanz die Uebersättigung der Lösung der anderen Substanz aufzuheben. Controlversuche erwiesen, dass der Versuch richtig angestellt war.

Um eine bessere Uebersicht über die Verhältnisse zu gewinnen, sind die correspondirenden Verbindungen mit ihren hauptsächlichen Constanten in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

1) Diese Zeitschr. 17, 74.

Verbindung	Krystallaxen	β	Spec. Gew.	Topische Axen ³⁾	Mol.-Vol.	Spaltbarkeit	Axen- ebene	Spitze Bisechix gegen die <i>c</i> -Axe
Phtalsäure	0,7084 : 1 : 4,3452 ¹⁾	86°24'	4,589 ²⁾	3,3928 : 4,7993 : 6,4426	404,47	d. {212}	\perp {001}	44° gentige gegen die <i>c</i> -Axe
o-Sulfobenzoesäure	0,66776 : 1 : 4,20740	90°	4,5239	3,6582 : 5,4782 : 6,6145	432,55	s.v. {001}, v. {010}	{010}	<i>a</i>
Phtalsaures Ammonium	0,5903 : 1 : 4,2024 ¹⁾	90	4,4447	3,3470 : 5,6701 : 6,8165	429,35	d. {001}	{010}	<i>a</i>
o-Sulfobenz. Ammonium	0,6726 : 1 : 4,4946	90	4,4524	3,8544 : 5,7256 : 6,8397	450,84	s.v. {001}, v. {010}	{010}	<i>a</i>
Phtalsaures Kalium	0,5705 : 1 : 4,383 ¹⁾	90	4,6362	3,0608 : 5,3650 : 7,4198	424,84	s.v. {001}	{010}	<i>a</i>
o-Sulfobenz. Kalium	0,6845 : 1 : 4,2305	90	4,7040	3,7741 : 5,5094 : 6,7792	440,85	s.v. {001}	{010}	<i>a</i>
Phtalsaures Rubidium	0,6577 : 1 : 4,2985	90	4,9334	3,5057 : 5,3301 : 6,9242	429,33	s.v. {001}	{010}	<i>a</i>
Phtalsaures Cäsium	0,6088 : 1 : 4,4855	90	2,4777	3,4974 : 5,7449 : 6,8105	436,84	v. {001}	{010}	<i>a</i>
o-Sulfobenz. Cäsium	0,6552 : 1 : 4,4572	90	2,4474	3,8642 : 5,8979 : 6,8248	455,54	v. {001}	{010}	<i>a</i>

1) Ramsay, diese Zeitschr. 17, 74.

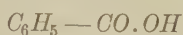
2) Schröder, Landolt's Tabellen 4883, 433.

3) Muthmann, diese Zeitschr. 22, 518.

Es war naheliegend, nach einer solchen auffälligen Uebereinstimmung der Krystalle der orthosulfobenzoësauren Salze mit denen der phtalsauren, die Benzolsulfonsäure



und die Benzoëssäure



zu einem Vergleiche heranzuziehen. Die Benzolsulfonsäure ist ein nicht-krystallisirender Syrup, und von den Salzen beider Säuren krystallisiren leider nur die Ammoniumsalze wasserfrei. Diese Ammoniumsalze lassen aber auch dafür eine sehr schöne Uebereinstimmung erkennen. Das benzolsulfonsaure Ammonium wurde von Weibull¹⁾ gemessen, das benzoësaure Ammonium hat Marignac²⁾ untersucht. Beide wurden controlirt und deren Untersuchungen vervollständigt. Auch bei diesen beiden Salzen stimmt der Habitus auffällig überein, sie sind beide dünn-
tafelig nach der Basis.

In der folgenden Tabelle sind die hauptsächlichen Daten über die zwei Salze zusammengestellt.

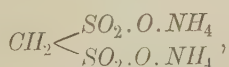
	Benzolsulfonsaures Ammonium:	Benzoësaures Ammonium:
Krystallaxen	0,9646 : 4 : 4,9655	0,9873 : 4 : 2,1505
Spec. Gew.	4,432	4,260
Topische Axen	3,9522 : 4,0972 : 8,0530	3,6802 : 3,7275 : 8,0160
Mol.-Vol.	130,40	109,97
Spaltbarkeit	—	—
Axenebene	{100}	{100}
Spitze Bisectrix	<i>c</i>	<i>c</i>
Habitus	tafelig nach {001}	tafelig nach {001}

Das benzolsulfonsaure Kalium ebenso wie die übrigen Alkalisalze krystallisiren nicht in messbaren Krystallen, das benzoësaure Kalium gab keine Messungen von Werth. Doch scheint es, auch nach dem optischen Verhalten, krystallographisch mit dem Ammoniumsalze übereinstimmend zu sein.

Es ist natürlich, dass der Einfluss, den eine Ersetzung der Carboxylgruppe durch die Sulfongruppe auf die krystallographischen Constanten ausübt, um so bedeutender wird, je kleiner das Molekül der verglichenen Substanzen ist.

Es war nicht leicht, in der aliphatischen Reihe ein geeignetes Beispiel zu finden.

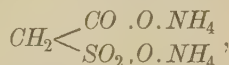
Das methionsaure Ammonium



1) Mats Weibull, diese Zeitschr. **15**, 235.

2) Marignac, Ann. d. Min. (5) **12**, 72 (S. d. Sep.).

welches aus Wasser in prächtigen Krystallen erhalten wird, wurde verglichen mit dem sulfoessigsäuren Ammonium



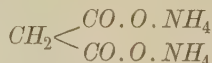
dessen schlechte Krystalle nur aus Alkohol wasserfrei erhalten werden konnten. Trotz des naturgemäss grossen Unterschiedes zeigt sich auch hier eine merkwürdige Uebereinstimmung, welche nur für sich allein betrachtet werthlos wäre, durch die Analogie mit den vorhergehenden Beispielen aber grosse Bedeutung gewinnt.

Das methionsaure Ammonium, welches von Prof. Muthmann¹⁾ dargestellt wurde, krystallisirt je nach den Bedingungen in mehr oder weniger nach der *c*-Axe gestreckten Formen. Besonders aber ist das Kaliumsalz gestreckt und zeigt dann ganz ähnlichen Habitus, wie das sulfoessigsäure Ammonium. Besonders charakteristisch ist das Vorherrschen des einen Hemipyramidenpaares, welches beim methionsauren Kalium gewöhnlich, beim sulfoessigsäuren Ammonium stets die Endigung der Krystalle bildet. Besondere Aufmerksamkeit verdient das abnorm hohe specifische Gewicht, welches allen diesen Salzen eigenthümlich ist.

In folgender Tabelle sind die Hauptconstanten des methionsauren und des sulfoessigsäuren Ammoniums zusammengestellt.

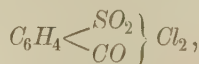
	Methionsaures Ammonium:	Sulfoessigsäures Ammonium:
Krystallaxen	4,6383 : 4 : 0,96964	4,4098 : 4 : 0,7972
β	88° 18'	85° 4'
Spec. Gew.	4,8330	2,0382
Topische Axen	6,8204 : 4,1599 : 4,0052	5,9783 : 4,2405 : 3,3756
Mol.-Vol.	114,57	85,38
Spaltbarkeit	v. {001}	d. {001}

Das malonsaure Ammonium von der Formel



konnte nicht krystallisirt erhalten werden.

Bei dem Suchen nach Beispielen für die Ersetzung von Sulfongruppe durch Carboxyl wurden viele Krystalle untersucht, welche nun in Folge Fehlens des correspondirenden Gliedes hier ihren Platz nicht finden können. Nur eine Verbindung soll hier angeführt werden, weil bei ihr merkwürdige Verhältnisse obwalten. Es ist dies das Chlorid der Orthosulfobenzoesäure



1) Ber. d. d. chem. Ges. 1898 **31**, 1884.

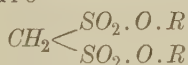
welches von List¹⁾ dargestellt wurde und zwar in einer labilen und einer stabilen Form, welcher Ausdruck freilich nur in chemischem Sinne aufzufassen ist. Die Krystalle dieser beiden tautomeren Substanzen zeigen eine sehr interessante Uebereinstimmung in der Krystallform. Nach List ist es sehr wahrscheinlich, dass das stabile, bei 79° schmelzende Chlorid symmetrisch, das labile, bei 40° schmelzende unsymmetrisch gebaut ist. Ersteres reagirt schwer, daher stabil, letzteres leicht, daher labil genannt.

Folgende Tabelle vergleicht die Hauptdaten beider Chloride.

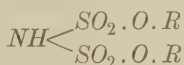
	Labiles Chlorid:	Stabiles Chlorid:
Krystallaxen	4,8103 : 4 : 2,0997	4,8553 : 4 : 2,0069
β	90°	89° 27'
Spec. Gew.	4,6597	4,6687
Topische Axen	6,0800 : 3,3042 : 7,0520	6,2630 : 3,8305 : 6,7749
Spaltbarkeit	d. {001}	und. {001}
Erste Bisectrix	<i>c</i>	<i>b</i>
Axenwinkel	60° 57'	60° 7'
Doppelbrechung	—	+

2. Ersetzung der Methylen- durch die Imidogruppe.

Die chemische Aehnlichkeit der Methylengruppe (CH_2) mit der Imidogruppe (NH) ergibt sich am Anschaulichsten bei den entsprechenden ringförmigen Verbindungen, deren einfachste das Hexahydrobenzol und das Piperidin sind, besonders wenn man zum Vergleiche Benzol und Pyridin heranzieht. Die leichte Ersetzbarkeit des Wasserstoffes der Methylengruppe unter gewissen Bedingungen (Malonester, Acetessigester) durch Metall ist bekannt. Ebenso ist der Wasserstoff der Imidogruppe durch Metall ersetzbar (Imidosulfonsäure). Die auffallende krystallographische Aehnlichkeit der Alkalisalze der Methionsäure



mit denen der Imidosulfonsäure



findet in diesen Betrachtungen ihre Erklärung.

Die methionsauren Salze des Ammoniums und Kaliums, sowie das zwei Krystallwasser enthaltende Baryumsalz hat Prof. Muthmann dargestellt und analysirt.

Die imidosulfonsauren Salze des Ammoniums und Kaliums wurden bereits von Münzing²⁾ gemessen. Die Angaben wurden controlirt und

1) Ber. d. d. chem. Ges. 4898, **31**, 4648.

2) Diese Zeitschr. **14** 62.

vervollständigt. Das imidosulfonsaure Baryum, welches ebenfalls mit zwei Wasser krystallisiert, liefert nur mikroskopische Blättchen, welche aber dem correspondirenden methionsauren Salze sehr ähnlich sind.

Die ausserordentlich grosse krystallographische Aehnlichkeit der methionsauren Salze mit den imidosulfonsauren ergibt sich aus folgender Zusammenstellung.

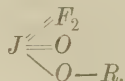
	Krystallaxen	β	Spec. Gew.	Topische Axen	Mol.-Vol.	Spaltbarkeit	Axen-ebene
Methions. Ammonium	1,6382:1:0,96964	88° 18'	1,8330	6,8204:4,4599:4,0052	114,57	v. {001}	\perp {010}
Imidosulfons. Ammonium	1,6443:1:0,9672	87 45	2,0710	6,5816:4,0027:3,8690	101,88	unv. {001} v. {400}	\perp {010}
Methions. Kalium	1,6160:1:0,93625	89 49	2,3763	6,6632:4,4233:3,8600	106,06	v. {001}	\perp {010}
Imidosulfons. Kalium	1,6636:1:0,9604	88 41	2,5445	6,6192:3,9789:3,5380	100,62	unv. {001} v. {400}	\perp {010}

Die specifischen Gewichte beider Salzreihen zeigen eine ausserordentliche Höhe.

3. Ersetzung von Sauerstoff durch Halogen.

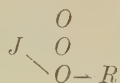
Die Frage einer isomorphen Ersetzung von Hydroxyl durch Halogen, insbesondere durch Fluor, ist für die Mineralogie bedeutungsvoll genug, um ihre Lösung anzustreben. Aber alle Versuche, sie auf experimentellem Wege in bejahendem Sinne zu lösen, sind erfolglos geblieben. Dass bei einer Ersetzung von Sauerstoff durch Halogen die Krystallstructur nur in mässiger Weise modificirt wird, soll in diesem Abschnitte gezeigt werden. Ob aber auch eine Fähigkeit, zusammenzukrystallisiren, zwischen solchen Krystallmolekülen besteht, konnte nicht erwiesen werden; ja es muss, wenn man die Verhältnisse bei den untersuchten Substanzen betrachtet, als sehr unwahrscheinlich gedacht werden, dass isomorphe Verhältnisse in diesen Fällen herrschen. In dieser Annahme wurden auch die folgenden Untersuchungen den früheren Beispielen für das Vorhandensein einer ähnlichen Krystallstructur bei fehlender eigentlicher Isomorphie angereicht.

Ausgegangen wurde von den fluorirten anorganischen Salzen, welche Weinland¹⁾ dargestellt hat. Zu einem Vergleiche geeignet erwiesen sich nur die fluorjodsauren Salze von der Formel:



1) Habilitationsschrift. Univers. München 1899.

Die entsprechenden jodsauren Salze



wurden bereits von Eakle¹⁾ untersucht. Dieselben sind dimorph. Das Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalz (letzteres vom Verf. untersucht) sind regulär, das Ammonium-, Natrium- und Silbersalz dagegen rhombisch. Vermuthlich sind auch die regulären Salze in Wirklichkeit rhombisch; wenigstens weisen die Ätzzfiguren auf eine complicirte Zwillingsbildung hin.

Es zeigt sich nun, dass die Krystalle der fluorjodsauren Alkalisalze, nämlich das Kalium-, Ammonium- und Rubidiumsalz, sehr ähnliche Axenverhältnisse aufweisen wie die rhombische Reihe der jodsauren Salze. Der Habitus der beiden Salzreihen ist freilich ein sehr verschiedener.

Die fluorjodsauren Salze sind tafelig nach der Basis und pinakoidal ausgebildet, die jodsauren Salze meist prismatisch; doch ist das Natriumsalz tafelig nach der Basis, das Silbersalz ebenfalls und domatisch, und das verschiedene Lösungsmittel muss immerhin in Anrechnung gebracht werden.

Die fluorjodsauren Salze sind aus concentrirter Flusssäure krystallisirt, die jodsauren Salze natürlich aus Wasser.

Um die Aehnlichkeit des fluorjodsauren Ammoniums mit dem jodsauren Ammonium besser hervortreten zu lassen, setze ich ihre Hauptwinkel neben einander:

Kanten:	Fluorjods. Ammonium:	Jodsaures Ammonium:
(001) : (101)	55° 4'	55° 10'
(001) : (011)	54 40	55 6
(001) : (112)	45 14	45 26

Eine vergleichende Tabelle der Axenverhältnisse beider Salzreihen ergibt folgende Uebereinstimmung:

	<i>a</i> : <i>b</i> : <i>c</i>
Jodsaures Silber	0,8832 : 1 : 1,3072
Jodsaures Natrium	0,9046 : 1 : 1,2815
Jodsaures Ammonium	0,9948 : 1 : 1,4335
Fluorjodsaures Ammonium	0,9871 : 1 : 1,4407
Fluorjodsaures Kalium	0,9925 : 1 : 1,4448
Fluorjodsaures Rubidium	0,9855 : 1 : 1,4423

Die überaus leichte Zersetzlichkeit der Fluorjodate liess keine Bestimmung des specifischen Gewichtes zu. Ebenso wenig konnte natürlich ein Versuch, isomorphe Mischungen zu bilden, von Erfolg sein.

Das fluorjodsaure Rubidium krystallisirt noch der Reihe entsprechend, das Cäsiumsalz hingegen zwar ebenfalls rhombisch, aber in vollständig

1) Diese Zeitschr. 26, 558 f.

anderer Ausbildung und mit abweichendem Axenverhältnisse. Die sehr formenreichen Krystalle besitzen das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 4,4765 : 4 : 0,5603.$$

Ausser den Fluorjodaten wurden noch Fluorderivate der Phosphorsäure, Schwefelsäure und Selenensäure, sowie Fluormanganite untersucht. Die entsprechenden Sauerstoffsalze sind aber entweder nicht bekannt oder enthalten verschiedene Mengen von Krystallwasser.

Nachdem einmal die Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse gelenkt war, habe ich selbstverständlich nach weiteren Beispielen in dieser Hinsicht gesucht. Leider vermochte ich in der ganzen organischen Chemie keine einwandfreien Beispiele aufzufinden. Dagegen zeigten gewisse anorganische Oxyde und Chloride so merkwürdige Uebereinstimmungen, dass es wundern muss, dass noch niemand sie bemerkt hat.

Die Fluoride, Chloride, Bromide und Jodide der Erdalkalien krystallisiren regulär. Die von Brügelmann dargestellten Oxyde dieser Metalle ebenfalls. Beide krystallisiren in Würfeln, zeigen eine eigenthümliche Streifung nach dem Pyramidenwürfel und spalten nach dem Oktaëder.

Ferner ist Kupferchlorür, -bromür und -jodür regulär, ebenso der Cuprit.

Bleichlorid krystallisirt rhombisch mit ähnlichen Axen wie das Bleioxyd:

	$a : b : c$
$PbCl_2$	0,5937 : 4 : 0,8404
$PbO^1)$	0,6706 : 4 : 0,9764

Das Chlorid und Bromid des Quecksilbers krystallisirt im gleichen Systeme wie das Oxyd, nämlich rhombisch:

	$a : b : c$
$HgCl_2$	0,6693 : 4 : 0,9356
$HgBr_2$	0,682 : 4 : 0,997
HgO	0,6523 : 4 : 0,9456

Das Chlorid des Eisens und das Fluorid des Cers²⁾ stimmen im Axenverhältnisse gut mit den Oxyden des Eisens und Aluminiums:

	$a : c$
Ce_2F_6	4 : 4,3736
Fe_2Cl_6	4 : 4,235
Fe_2O_3	4 : 4,364
Al_2O_3	4 : 4,359

Auch das Arsen und das Antimon zeigen übereinstimmende Verhältnisse, besonders das Antimonsesquichlorid und Antimonoxychlorid:

1) Die b - und c -Axe wurden gewechselt.

2) Auch das Ceroxyfluorid $Ce_2O_2F_2$ ist hexagonal.

	a	b	c	β
$Sb_2O_2Cl_2$	0,7587	: 4	: 0,8936	76°31'
Sb_2Cl_6	0,792	: 4	: 0,878	90 0
Sb_2Br_6	0,817	: 4	: 0,869	90 0
Sb_2J_6	0,8204 ¹⁾	: 4	: 0,6682	70 16
Sb_2O_3	0,6734 ²⁾	: 4	: 0,7828 ²⁾	90 0
As_2O_3	0,6890 ²⁾	: 4	: 0,8080 ²⁾	93 57

Aus den angeführten Beispielen lässt sich der Schluss ziehen, dass Sauerstoff und Halogen im Molekül sich ersetzend die Krystallstructur nur in mässiger Weise beeinflussen. Isomorphe Beziehungen in den besprochenen Salzen lassen sich wohl kaum im Ernste annehmen.

Zum Schlusse muss noch Einiges über die Bestimmung der specifischen Gewichte bemerkt werden. Die stark zerkleinerten Krystalle wurden nach Retgers³⁾ mit Hülfe einer schweren Flüssigkeit, als welche gewöhnlich Acetylentetrabromid⁴⁾ gute Dienste leistete, fractionirt. Die schwerste Fraction, welche die reinsten und durchsichtigsten Krystallsplitter enthielt, diente zur Bestimmung des specifischen Gewichtes. Nach Ostwald⁵⁾ wurde eine gebogene Pipette verwendet, welche grosse Genauigkeit erzielt. Dieses Verfahren ist nicht nur sehr genau, sondern auch verhältnissmässig einfach, wenn die nöthige Uebung erlangt ist.

Specieller Theil.



Rhombisch bipyramidal (?).

$$a : b : c = 0,6678 : 1 : 1,2074.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $s\{221\}$, $q\{011\}$, $b\{010\}$.

Die leicht in schönen, klaren und spiegelnden, mehrere Millimeter grossen Krystallen aus Wasser (besonders, wenn eine die Dissociation ver-

Fig. 1.

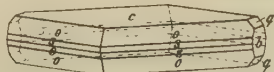
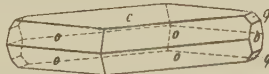


Fig. 2.



mindernde Säure zugesetzt wird) zu erhaltende Substanz ist tafelig nach der Basis $c\{001\}$ ausgebildet und zeigt hauptsächlich und gewöhnlich allein von allen Randflächen $o\{111\}$. Oefters tritt noch $q\{011\}$ und dann auch

1) Die a -Axe ist halbirt.

2) Die a - und c -Axe ist verdoppelt.

3) Zeitschr. f. phys. Chemie 1889, **3**, 289.

4) Muthmann, diese Zeitschr. 1899, **30**, 73.

5) Journ. f. prakt. Chem. 1877, **16**, 396.

$b\{010\}$ hinzu. Die zweite Pyramide $s\{221\}$ zeigt sich oft angedeutet, ist aber selten gut messbar (Fig. 4 und 2).

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	$112^{\circ}32'$
$c : o = (001) : (111)$	$*65^{\circ}18'$	34	$64^{\circ}56' - 65^{\circ}32'$	—
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	$*98 \ 9$	28	$97 \ 55 - 98 \ 18$	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$60 \ 39$	8	$60 \ 34 - 60 \ 45$	$60 \ 36$
$c : q = (001) : (011)$	$50 \ 29$	8	$50 \ 22 - 50 \ 44$	$50 \ 22$
$s : o = (221) : (111)$	$41 \ 44$	3	$41 \ 44 - 41 \ 44\frac{1}{2}$	$41 \ 45$
$s' : o = (\bar{2}21) : (111)$	$104 \ 14$	2	$104 \ 13\frac{1}{2} - 104 \ 14\frac{1}{2}$	$104 \ 13$
$s : o = (2\bar{2}1) : (111)$	$64 \ 22$	2	$64 \ 22 - 64 \ 22$	$64 \ 20$

Spaltbarkeit sehr vollkommen parallel der Basis $c\{001\}$, nicht so vollkommen nach dem Pinakoid $b\{010\}$ und ziemlich deutlich nach dem Prisma $m\{110\}$.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark, negativ. Ebene der optischen Axen parallel $b\{010\}$; spitze Bisectrix parallel der a -Axe, die stumpfe folglich senkrecht auf $c\{001\}$.

Der Winkel der optischen Axen ergab sich in Luft für

$$\text{Natriumlicht } 2E_{Na} = 84^{\circ}39'$$

$$\text{Lithiumlicht } 2E_{Li} = 84 \ 36$$

in Methylenjodid von $n = 1,7205$ für

$$\text{Natriumlicht } 2H_{Na} = 46^{\circ}6\frac{1}{2}'$$

$$\text{Lithiumlicht } 2H_{Li} = 45 \ 3$$

Der mittlere Brechungsindex wurde bestimmt zu

$$\beta = 1,4958 (Na),$$

daraus ergibt sich der wahre Axenwinkel für Natriumlicht

$$2V_{Na} = 53^{\circ}29'.$$

Specifisches Gewicht, in Aethylenbromid bestimmt, im Mittel

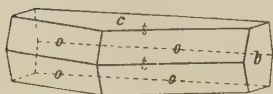
$$n = 1,5239.$$

Die topischen Axen berechnen sich daraus:

$$\chi : \psi : \omega = 3,6584 : 5,4789 : 6,6454.$$

Die aus wässriger oder saurer Lösung erhaltenen Krystalle zeigen keine Hemimorphie weder im Habitus, noch in Aetzfiguren, noch beim Bestäuben nach Kundt'scher Methode. Aus Cäsiumsalz-haltiger Lösung ausgeschiedene Krystalle sind typisch hemimorph (s. Fig. 3) und werden stark pyroelektrisch (vergl. S. 120). Am analogen Pole zeigen sie $t\{\bar{2}01\}$, eine sonst nie auftretende Form, und am antilogen Pole $o\{111\}$. Sie sind nach $c\{001\}$ tafelig und zeigen nur noch $b\{010\}$.

Fig. 3.



Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : o = (001) : (111) = 65^{\circ}44'$	6	64°52' — 65°22'	65°48'	
$c : t = (001) : (\bar{2}01)$	74 34	3	74 24 — 74 52	74 32½

Orthosulfobenzoësaures Ammonium $C_6H_4 \begin{matrix} SO_3NH_4 \\ COOH \end{matrix}$.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,6726 : 1 : 1,1946.$$

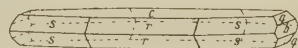
Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{102\}$, $q\{011\}$, $s\{214\}$, $b\{010\}$.

Zweierlei Arten von Krystallen, in den extremsten Fällen von recht verschiedenem Habitus, wurden beobachtet, je nachdem die Lösung mehr oder weniger freie Säure enthielt. Im ersteren Falle waren die Krystalle einfacher und bestanden aus der Basis vorherrschend und den beiden Domen $r\{102\}$ und $q\{011\}$ als Randflächen, zugleich etwas nach der a -Axe verlängert. Im zweiten Falle waren sie sehr stark nach der b -Axe gestreckt, bei vorherrschendem $r\{102\}$ trat die Basis sehr zurück, während die Pyramide $s\{214\}$ ihnen ein lang zugespitztes Aussehen gab, das durch $q\{011\}$

Fig. 4.



Fig. 5.



noch erhöht wurde. Ganz schmal trat $b\{010\}$ auf. Meist waren sie am einen Ende der b -Axe festgewachsen, so dass sie wie kleine 2—3 mm lange Obeliske in der Mutterlauge standen. Mit den übrigen Alkalisalzen der Orthosulfobenzoësäure wäre keine Aehnlichkeit im Habitus bemerkbar, wenn nicht auch einmal das Kaliumsalz Krystalle geliefert hätte, die den einfachen Krystallen des Ammoniumsalzes entsprochen hätten. Der gewöhnliche Habitus der Alkalisalze wurde am Ammoniumsalze nie beobachtet (Fig. 4, 5).

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	112°46'
$c : q = (001) : (011)$	*50° 2'	38	49°54' — 50°43'	—
$c : r = (001) : (102)$	*44 34	20	44 9 — 44 44	—
$q : r = (011) : (102)$	61 24	4	59 25 — 61 48	61 45
$r : s = (102) : (214)$	42 33	10	42 44 — 43 10	42 35
$s : s = (214) : (\bar{2}14)$	80 10	4	—	81 0
$s : s = (214) : (\bar{2}\bar{1}4)$	93 29	4	93 43 — 93 47	93 34
$q : s = (011) : (214)$	50 44	2	50 30 — 50 44	50 39

Es wurde eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$ und eine fast ebenso vollkommene nach $b\{010\}$ bemerkt.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$. Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe. Auf der Basis $c\{001\}$ tritt also die stumpfe Bisectrix aus.

Der Winkel der optischen Axen wurde gemessen in Luft

$$\text{für Natriumlicht } 2E_{Na} = 45^{\circ} 4'$$

$$\text{für Lithiumlicht } 2E_{Li} = 45^{\circ} 22'$$

und in Aethylenbromid ($n = 1,5767$)

$$\text{für Natriumlicht } 2H_{Na} = 28^{\circ} 9'$$

$$\text{für Lithiumlicht } 2H_{Li} = 28^{\circ} 17'$$

Der mittlere Brechungsindex ergab sich bei Natriumlicht zu

$$\beta = 1,6010.$$

Hieraus berechnet sich der wahre Axenwinkel:

$$2V_{Na} = 26^{\circ} 53'.$$

Die Doppelbrechung ist negativ; Dispersion $\varrho > v$.

Das spezifische Gewicht wurde in Aethylenbromid bestimmt:

$$n = 1,4521.$$

Hieraus ergeben sich die topischen Axen zu

$$\chi : \psi : \omega = 3,8511 : 5,7256 : 6,8397.$$

Die Aetzfiguren entsprechen der rhombischen Holoëdrie, wenn sie auch nicht besonders scharf erhalten wurden. Eine Bestäubung nach Kundt'scher Methode hatte keinen Erfolg.

Orthosulfobenzoësaures Kalium $C_6H_4 \begin{matrix} \swarrow SO_3K \\ \searrow COOH \end{matrix}$

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,6845 : 1 : 1,2305.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $q\{011\}$, $o\{111\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$.

Die Krystalle sind tafelig nach der Basis $c\{001\}$ und zeigen einen ziemlich regelmässigen sechseitigen Umriss, indem als Randflächen $q\{011\}$ und $o\{111\}$ auftreten, schmal ist gewöhnlich $b\{010\}$ vorhanden, nicht messbar $m\{110\}$ und einmal beobachtet $n\{120\}$, sehr klein aber gut spiegelnd.

Fig. 6.

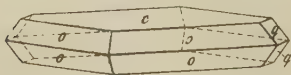
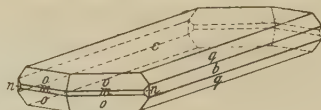


Fig. 7.



Zuweilen sind die Krystalle nach der Axe a gestreckt und zwar werden sie, wenn der Gehalt der Mutterlauge an freier Säure zunimmt, schliesslich fast stengelrig nach der a -Axe, wobei aber immer noch die Basis vorherrscht. Einmal wurden auch Krystalle, welche den einfachen Formen des Ammonium-

salzes entsprachen, beobachtet, doch waren die Flächen zu schlecht zur Messung (Fig. 5, 6).

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	$111^{\circ}13'$
$e : q = (001) : (011)$	$*50^{\circ}54'$	35	$50^{\circ}10' - 51^{\circ}40'$	—
$e : o = (001) : (111)$	$*65^{\circ}26'$	24	$65^{\circ}7' - 65^{\circ}53'$	—
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$59^{\circ}6'$	17	$58^{\circ}39' - 60^{\circ}15'$	$59^{\circ}11'$
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	$97^{\circ}29'$	11	$96^{\circ}52' - 97^{\circ}58'$	$97^{\circ}31'$
$b : n = (010) : (120)$	$36^{\circ}11'$	1	—	$36^{\circ}17'$

Nur eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis $c\{001\}$ ist vorhanden.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$.

Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe, infolge dessen ist auf der Basis die stumpfe Bisectrix in Konoskop sichtbar.

Der stumpfe Axenwinkel wurde in Aethylenbromid vom Brechungsindex $n_D = 1,5767$ gemessen

$$2H_{Na} = 110^{\circ}31'.$$

Der mittlere Brechungsindex ergab sich zu

$$\beta = 1,5930.$$

Daraus berechnet sich der wahre, spitze Axenwinkel für Natriumlicht

$$2V_{Na} = 42^{\circ}38'.$$

Die Doppelbrechung ist negativ; Dispersion $\varrho > \nu$.

Das spezifische Gewicht wurde in Aethylenbromid bestimmt:

$$n = 1,7040.$$

Die topischen Axen ergeben sich daher:

$$\chi : \psi : \omega = 3,8098 : 5,5659 : 6,6441.$$

Die Aetzfiguren entsprechen der rhombischen Holoëdrie. Nach Kundtscher Methode behandelt zeigen die Krystalle keine Pyroelektricität.



Rhombisch pyramidal.

$$a : b : c = 0,6552 : 1 : 1,1572.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $q\{011\}$,

$b\{010\}$, $s\{112\}$.

Die Krystalle (Fig. 8) gleichen im Allgemeinen den gleichmässig ausgebildeten Krystallen des Kaliumsalzes. $m\{110\}$ und $n\{120\}$ wurden nie bemerkt, dagegen am analogen Pole schmal aber messbar $s\{112\}$, endlich ein nicht messbares flaches Brachydoma, vielleicht $\{012\}$.

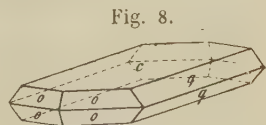


Fig. 8.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	113° 32'
$e : q = (001) : (011)$	*49° 10'	6	49° 6' — 49° 14'	—
$e : o = (001) : (111)$	*64 39	12	64 20 — 64 59	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	59 26	6	59 12 — 59 42	59 23
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	97 55	4	97 43 — 98 9	98 12
$e : s = (001) : (112)$	46 43	4	—	46 33

Nur eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$ wurde beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$.

Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe.

Das spezifische Gewicht wurde mit Acetylentetrabromid bestimmt:

$$n = 2,1474.$$

Das topische Axenverhältniss ist:

$$\chi : \psi : \omega = 3,8592 : 5,8900 : 6,8459.$$

Aetzfiguren auf der Basis zeigten monosymmetrischen Charakter. Bestäubung mit Mennige und Schwefel erwies eine starke Pyroelektricität in der a -Axe.



Rhombisch pyramidal.

$$a : b : c = 0,6577 : 1 : 1,2985.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $q\{011\}$, $b\{010\}$, $s\{112\}$.

Die Krystalle zeigen im Allgemeinen den Habitus des orthosulfobenzoësauren Cäsiums, sind aber meistens nach der a -Axe stark verkürzt.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	113° 20'
$e : q = (001) : (011)$	*52° 24'	16	52° 17' — 52° 36'	—
$e : o = (001) : (111)$	*67 4	18	66 29 — 67 34	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	100 47	4	100 38 — 100 53	100 37
$e : s = (001) : (112)$	49 32	2	49 9 — 49 54	49 46

Nach der Basis $c\{001\}$ wurde eine sehr vollkommene Spaltbarkeit beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$.

Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe.

Das spezifische Gewicht wurde in Acetylenbromid bestimmt:

$$n = 1,9334.$$

Das topische Axenverhältniss berechnet sich:

$$\chi : \psi : \omega = 3,5065 : 5,3315 : 6,9230.$$

Die Aetzfiguren zeigten einen deutlichen monosymmetrischen Charakter auf der Basis $c\{001\}$. Die a -Axe ist also polar, wenn auch die Pyroelektricität derselben sich nicht sicher feststellen liess.



Rhombisch pyramidal.

$$a : b : c = 0,6088 : 1 : 1,1855.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $q\{011\}$, $b\{010\}$.

Die Krystalle gleichen den entsprechenden Combinationen des Rubidiumsalzes vollständig im Habitus.

Ebenso wie dieses sind sie tafelig und nach der a -Axe verkürzt. Das natürlich etwas spärliche Material erlaubte keine Versuche, eine reichere Combination zu erhalten.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	—	—	$117^{\circ} 20'$
$c : q = (001) : (011)$	$*49^{\circ} 54'$	27	$49^{\circ} 8' - 50^{\circ} 42'$	—
$c : o = (001) : (111)$	$*66 \ 49$	22	$66 \ 0 - 66 \ 49$	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$57 \ 6$	8	$56 \ 44 - 57 \ 24$	$56 \ 53$
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	$77 \ 5$	5	$76 \ 46 - 77 \ 22$	$77 \ 4$

Eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit fand sich parallel der Basis $c\{001\}$.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$.

Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe. Auf der Basis tritt daher die stumpfe Bisectrix aus.

Das specifische Gewicht wurde in Acetylentetrabromid bestimmt zu

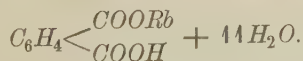
$$n = 2,1777.$$

Die topischen Axen sind daher

$$\chi : \psi : \omega = 3,4974 : 5,7449 : 6,8105.$$

Die Krystalle zeigen die gleichen Erscheinungen der Hemimorphie der a -Axe wie das Rubidiumsalz.

Phtalsaures Rubidium (krystallwasserhaltig)



Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,6982 : 1 : 0,3236; \beta = 83^{\circ} 43'.$$

Beob. Formen: $m\{110\}$, $b\{010\}$, $a\{100\}$, $p\{121\}$, $q\{011\}$, $o\{112\}$, $\omega\{321\}$.

Die trüben Krystalle sind meistens am einen Ende festgewachsen. Ihre Grösse beträgt ungefähr einen Millimeter. Sie sind langprismatisch, die

Pinakoide treten stark zurück. Die Endflächen sind klein aber glänzend. Sehr oft befinden sich, vom Ende ausgehend, Löcher, die tief in den Krystall hineinreichen, so dass manchmal die Endflächen ganz unterdrückt sind.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:		Berechnet:
$m : b = (110) : (010) =$	$*59^{\circ}39\frac{1}{2}'$	23	$59^{\circ}24'$	$— 59^{\circ}52'$	—
$m : p = (110) : (121)$	$*48\ 43$	8	$48\ 42$	$— 48\ 46$	—
$b : p = (010) : (121)$	$*61\ 40$	8	$61\ 40$	$— 61\ 44$	—
$p : q = (121) : (011)$	$27\ 0\frac{1}{2}$	4	$26\ 58\frac{1}{2}$	$— 27\ 1\frac{1}{2}$	$27^{\circ}\ 5'$
$s : o = (011) : (112)$	$17\ 30\frac{1}{2}$	4	$17\ 26$	$— 17\ 38$	$17\ 36$
$m : \omega = (\overline{1}10) : (\overline{3}11)$	$54\ 10$	6	$54\ 5$	$— 54\ 30$	$54\ 16$
$b : q = (010) : (011)$	$72\ 12$	1	—	—	$72\ 12$
$b : o = (010) : (112)$	$80\ 58$	4	$80\ 57$	$— 81\ 1$	$80\ 56$
$a : p = (100) : (121)$	$60\ 46$	1	—	—	$60\ 52\frac{1}{2}$
$a : \omega = (\overline{1}00) : (\overline{3}21)$	$67\ 41$	1	—	—	$67\ 34$
$m : p = (\overline{1}10) : (121)$	$79\ 37$	3	$79\ 35$	$— 79\ 49$	$79\ 36$

Eine undeutliche Spaltbarkeit wurde nach $a\{001\}$ beobachtet.

Die optischen Eigenschaften sind durch Trübung verdeckt und durch die Wachsthumerscheinungen stark gestört. Die Auslöschung auf $a\{100\}$ ist vertical.

In Acetylentetrabromid bestimmt, ergab sich das specifische Gewicht zu
 $n = 1,6829$.

Die topischen Axen sind daher:

$$\chi : \varphi : \omega = 13,1624 : 7,7507 : 2,3228.$$

Benzolsulfonsaures Ammonium $C_6H_5 \cdot SO_3NH_4$.

Rhombisch (bisphenoïdisch?).

$$a : b : c = 0,9646 : 1 : 1,9655.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $r\{101\}$, $s\{012\}$.

Die Krystalle sind dünntafelig nach der Basis $\{001\}$. Sie erreichen oft eine Grösse von mehreren Quadratcentimetern. Weibull¹⁾, welcher eine Reihe benzolsulfonsaurer Salze untersuchte, hat auch dieses Ammoniumsalz gemessen. Genauere Kenntniss dieser Verbindung war erwünscht. Die Fläche $s\{012\}$ kann nur als wahrscheinlich betrachtet werden.

			Zirngiebl.	Weibull.		
Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Ber.:	Gem.:	Ber.:
$cr = (001) : (101) =$	$*63^{\circ}52'$	4	$63^{\circ}47' - 64^{\circ} 0$	—	$*63^{\circ}46'$	—
$co = (001) : (111)$	70 33	8	$69 49 - 71 2$	—	—	—
$oo = (111) : (\overline{1}\overline{1}1)$	—	—	—	$81^{\circ}43'$	$*81 23$	—
$oo = (111) : (\overline{1}\overline{1}1)$	85 26	2	$85 23 - 85 29$	85 30	84 54	$85^{\circ}35'$

1) Mats Weibull, diese Zeitschr. **15**, 235.

Nach der Basis $c\{001\}$ liess sich eine undeutliche Spaltbarkeit wahrnehmen.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel $\{100\}$. Die erste Bisectrix fällt mit der c -Axe zusammen. Der Axenwinkel in Luft für Natriumlicht beträgt $33^{\circ}36'$.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark, positiv. Die Dispersion ist stark, $\rho > \nu$.

Mit Aethylenbromid bestimmt, ergab sich $n = 1,342$.

Die topischen Axen sind daher:

$$\chi : \psi : \omega = 3,95522 : 4,0972 : 8,0530.$$

Aetzfiguren und Bestäubungsversuche waren erfolglos. Die Ausbildung der Krystalle ist aber oft hemiëdrisch.

Benzoësaures Ammonium $C_6H_5-COONH_4$.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9873 : 1 : 2,4505.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $r\{101\}$.

Die Krystalle sind tafelig nach der Basis $c\{001\}$. Sie wurden bereits von Marignac¹⁾ gemessen. Es finden sich Zwillinge von der Art, dass die c -Axe gemeinsam ist, während der eine der Krystalle 90° um den anderen gedreht ist. Messungen an diesen dünnen Zwillingsskrystallen liessen sich nicht ausführen; sie wurden optisch festgestellt. Ein Beweis für Hemiëdrie liess sich nicht erbringen.

			Zirngiebl.		Marignac.		
Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:		Ber.:	Gem.:	Ber.:
$co = (001) : (111) =$	$*71^{\circ}54\frac{1}{2}$	46	$71^{\circ}29'$	$-72^{\circ}26'$	—	$*71^{\circ}58'$	—
$oo = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$*83\ 48$	6	$83\ 40$	$-83\ 56$	—	$*83\ 48$	—
$oo = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$85\ 6$	5	$84\ 55$	$85\ 17$	$85^{\circ}\ 8'$	$85\ 10$	$85^{\circ}12'$
$cr = (001) : (101)$	$65\ 15$	2	$65\ 13$	$-65\ 18$	$65\ 20\frac{1}{2}$	$65\ 30$	$65\ 25$
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	—	—	—	$90\ 44$	—	—

Eine vollkommene Spaltbarkeit findet sich parallel der Basis $c\{001\}$.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel $\{100\}$. Die erste Bisectrix fällt mit der c -Axe zusammen. Der Axenwinkel in Luft für Natriumlicht $2E_{Na} = 67^{\circ}0,5'$.

Die Doppelbrechung ist stark, positiv. Die Dispersion ist schwach, $\nu > \rho$.

Mit Aethylenbromid bestimmt ergab sich das specifische Gewicht zu $n = 1,260$. Schröder²⁾ fand $n = 1,264$.

Hieraus ergeben sich die topischen Axen

$$\chi : \psi : \omega = 3,6802 : 3,7275 : 8,0460.$$

1) Marignac, Ann. d. Min. (5) 12.

2) Schröder, Dichtigkeitsmessungen.

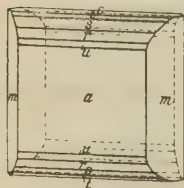
Labiles Chlorid der Orthosulfobenzoësäure $C_6H_4 \begin{smallmatrix} CO \\ SO_2 \end{smallmatrix} \} Cl_2$.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,8403 : 1 : 2,0997.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$, $s\{102\}$, $t\{103\}$, $c\{001\}$, $u\{201\}$.

Fig. 9.



Die Krystalle sind tafelförmig nach dem Makropinakoid $a\{100\}$ und erreichen eine Grösse von 1 qcm bei einer Dicke von 2 mm. Die Reflexe der Flächen sind an frischen Krystallen gut. Sehr schmal treten die Basis $c\{001\}$ und das Doma $u\{201\}$ auf; besonders waren die Messungen an letzterer Fläche unsicher. Im Gegensatze zum stabilen Chlorid traten am labilen niemals das Brachypinakoid oder Pyramiden auf (Fig. 9)

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*61^{\circ} 5'$	18	$60^{\circ} 54' - 61^{\circ} 25'$	—
$a : r = (100) : (101) =$	$*40 46$	15	$40 35 - 40 55$	—
$a : s = (100) : (102) =$	59 52	42	$59 30 - 60 9$	$59^{\circ} 53'$
$a : t = (100) : (103) =$	73 54	6	$73 25 - 74 43$	73 58
$a : u = (100) : (201) =$	22 20	4	— —	23 49
$m : r = (110) : (101) =$	68 28	6	$68 23 - 68 33$	68 34
$m : s = (110) : (102) =$	75 56	2	$75 55 - 75 58$	75 58

Es wurde eine nach der Basis $c\{001\}$ ziemlich gute Spaltbarkeit und eine noch deutliche nach dem Prisma $m\{110\}$ wahrgenommen.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel dem Pinakoid $a\{100\}$. Die spitze Bisectrix liegt in der c -Axe.

Der Axenwinkel in Luft beträgt:

$$2E_{Na} = 60^{\circ} 57', \quad 2E_{Li} = 60^{\circ} 22'.$$

Die Doppelbrechung ist stark, negativ.

Das spezifische Gewicht wurde in Quecksilberjodkaliumlösung bestimmt:

$$\bar{n} = 1,6597.$$

Daraus berechnet sich das topische Axenverhältniss:

$$\gamma : \psi : \omega = 6,0800 : 3,3042 : 7,0520.$$

Stabiles Chlorid der Orthosulfobenzoësäure $C_6H_4 \begin{smallmatrix} CO \\ SO_2 \end{smallmatrix} \} Cl_2$.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,8553 : 1 : 2,0069; \quad \beta = 89^{\circ} 27'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $r\{101\}$, $q\{101\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $s\{102\}$, $\sigma\{102\}$, $n\{210\}$, $p\{122\}$, $\omega\{322\}$.

Die Krystalle zeigen einen stark variirenden Habitus. Theils gleichen sie der labilen Modification, theils sind sie durch starke Ausbildung von $r\{101\}$ und $\rho\{\bar{1}01\}$ keilförmig oder tafelig nach einer dieser Formen verzerrt. Stets aber unterscheiden sie sich von der labilen Modification durch, wenn auch nur schwaches Auftreten der Pyramide $p\{\bar{1}22\}$. Einige Krystalle zeigten diese Pyramide gross ausgebildet und wiesen dann auch noch eine zweite auf, nämlich $\omega\{\bar{3}22\}$, die aber nur recht mässige Reflexe lieferte. Die Domenzone ist weniger reichhaltig als diejenige des labilen Chlorides. Die frischen Krystalle liefern gute Messungen.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet
$a : m = (100) : (110) =$	$*61^{\circ} 43'$	44	$61^{\circ} 52' - 61^{\circ} 4'$	—
$a : r = (100) : (101)$	$*42 \ 34$	24	$42 \ 46 - 42 \ 37$	—
$a : \rho = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	$*43 \ 3$	24	$42 \ 37 - 43 \ 17$	—
$a : c = (100) : (001)$	89 27	18	$89 \ 45 - 89 \ 46$	$89^{\circ} 27'$
$a : n = (100) : (210)$	42 50	9	$42 \ 38 - 43 \ 5$	42 54
$a : s = (100) : (102)$	64 2	42	$60 \ 50 - 64 \ 45$	64 40
$a : \sigma = (100) : (\bar{1}02)$	62 4	40	$64 \ 50 - 62 \ 40$	$62 \ 3\frac{1}{2}$
$m : r = (110) : (101)$	69 36	4	$69 \ 32 - 69 \ 40$	$69 \ 33\frac{1}{2}$
$m : s = (110) : (102)$	76 53	2	$76 \ 53 - 76 \ 54$	$76 \ 47\frac{1}{2}$
$a : p = (\bar{1}00) : (\bar{1}22)$	76 38	8	$76 \ 30 - 76 \ 43$	76 42
$b : p = (010) : (\bar{1}22)$	29 24	20	$29 \ 43 - 29 \ 37$	$29 \ 24\frac{1}{2}$
$m : p = (\bar{1}10) : (\bar{1}12)$	28 53	6	$28 \ 45 - 29 \ 40$	29 40
$a : \omega = (\bar{1}00) : (\bar{3}22)$	53 6	8	$52 \ 54 - 53 \ 46$	54 47
$b : \omega = (010) : (\bar{3}22)$	44 54	4	$44 \ 33 - 45 \ 40$	43 23

Eine undeutliche Spaltbarkeit nach der Basis $c\{001\}$ wurde bemerkt.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene. Die spitze Bisectrix liegt in der b -Axe. Die zweite Bisectrix bildet mit der c -Axe einen Winkel von 4° im stumpfen Axenwinkel.

Der Axenwinkel in Luft beträgt:

$$2E_{Na} = 60^{\circ} 7', \quad 2E_{Li} = 59^{\circ} 39'.$$

Die Doppelbrechung ist stark, positiv.

Das specifische Gewicht wurde in Quecksilberjodidkalium bestimmt:

$$n = 1,6687.$$

Daraus ergibt sich das Verhältniss der topischen Axen:

$$\chi : \psi : \omega = 6,2630 : 3,3758 : 6,7749.$$

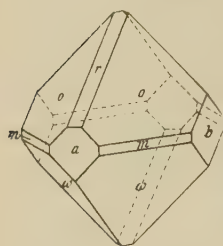
Methionsaures Ammonium $CH_2(SO_3NH_4)_2$.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,6383 : 4 : 0,9696; \quad \beta = 88^{\circ} 18'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $b\{010\}$, $r\{101\}$, $s\{021\}$, $n\{310\}$.

Fig. 10.



Die Krystalle sind öfters in der Art ausgebildet, dass $m\{110\}$ und $r\{101\}$ ziemlich gleich breite Abstumpfungen der Pyramidenkanten bilden. Die Symmetrieebene $b\{010\}$ tritt meist stark zurück. Gewöhnlich aber sind die Krystalle nach der c -Axe etwas gestreckt. Die Pyramidenflächen sind annähernd gleichmässig entwickelt. Das Prisma $n\{310\}$ und das Klinodoma $t\{021\}$ wurden nur einmal an verschiedenen Krystallen wahrgenommen. Die Flächen von n gaben befriedigende, diejenigen von s gute Reflexe.

Es gelingt leicht, aus Wasser Krystalle bis zur Grösse eines Centimeters zu erhalten (Fig. 10).

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*58^{\circ} 35'$	48	$58^{\circ} 24' - 58^{\circ} 54'$	—
$b : o = (010) : (111)$	$*50 \ 32$	43	$50 \ 28 - 50 \ 38$	—
$a : o = (100) : (111)$	$*65 \ 56$	42	$65 \ 54 - 66 \ 9$	—
$o : \omega = (111) : (\bar{1}11)$	$45 \ 58$	40	$45 \ 49 - 46 \ 9$	$46^{\circ} \ 3'$
$o : m = (111) : (\bar{1}10)$	$70 \ 36$	2	$70 \ 32 - 70 \ 40$	$70 \ 32$
$o : m = (111) : (110)$	$40 \ 55$	3	$40 \ 53 - 41 \ 1$	$40 \ 56$
$\omega : m = (\bar{1}11) : (110)$	$69 \ 6$	4	— —	$68 \ 48$
$\omega : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	$44 \ 47$	4	$44 \ 36 - 44 \ 55$	$44 \ 45$
$a : r = (100) : (101)$	$58 \ 4$	2	$58 \ 3\frac{1}{2} - 58 \ 4$	$58 \ 7$
$a : n = (100) : (310)$	$28 \ 40$	4	$28 \ 36 - 28 \ 44$	$28 \ 39$
$b : s = (010) : (021)$	$27 \ 25$	2	$27 \ 17 - 27 \ 28$	$27 \ 17$
$\omega : s = (\bar{1}11) : (021)$	$29 \ 1$	4	— —	$28 \ 59$

Es wurde eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht auf der Symmetrieebene. Die erste Bisectrix liegt parallel der b -Axe, die zweite Bisectrix ist 39° gegen die c -Axe im stumpfen Axenwinkel geneigt. Der Axenwinkel wurde an einer nach der Symmetrieebene geschliffenen Platte in Methylenjodid vom Brechungsindex $n = 1,7035$ für Natriumlicht gemessen:

$$2H_a = 74^{\circ} 44\frac{1}{2}'.$$

Der mittlere Brechungsindex für Natriumlicht wurde bestimmt zu

$$\beta_{Na} = 1,5504.$$

Hieraus berechnet sich der wahre Axenwinkel

$$2V_a = 79^{\circ} 34\frac{1}{2}'.$$

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark und negativ. Die Dispersion horizontal, $\rho < \nu$.

Das specifische Gewicht wurde in Acetylentetrabromid bestimmt:

$$n = 1,8330.$$

Das Verhältniss der topischen Axen ergibt sich daraus:

$$\chi : \psi : \omega = 6,8204 : 4,1599 : 4,0052.$$

Die Aetzfiguren ähneln denen des Kaliumsalzes, sind aber weniger scharf.

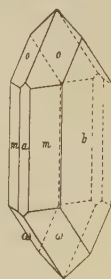
Methionsaures Kalium $\text{CH}_2(\text{SO}_3\text{K})_2$.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,61600 : 1 : 0,93625; \beta = 89^\circ 49'. \quad \text{Fig. 11.}$$

Beobachtete Formen: $b\{010\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $\omega\{111\}$, $a\{100\}$.

Die Krystalle sind nach der c -Axe verlängert, entweder mehr tafelig nach $b\{010\}$ oder prismatisch nach $m\{110\}$. Das Orthopinakoid $a\{100\}$ ist schmal, giebt aber sehr gute Reflexe. Die vordere und hintere Hemipyramide sind öfters ziemlich gleichmässig, gewöhnlich ist aber die hintere Hemipyramide vorherrschend ausgebildet. Die Flächen sind insgesamt eben und sehr schön spiegelnd (Fig. 11).



Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerte:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$58^\circ 45'$	22	$58^\circ 61\frac{1}{2}' - 58^\circ 23\frac{1}{2}'$	—
$a : \omega = (\overline{1}00) : (\overline{1}11)$	$67^\circ 44\frac{1}{2}'$	8	$66^\circ 59\frac{1}{2}' - 67^\circ 43\frac{1}{2}'$	—
$b : \omega = (010) : (\overline{1}11)$	$50^\circ 57'$	17	$50^\circ 50' - 51^\circ 4\frac{1}{2}'$	—
$m : \omega = (110) : (\overline{1}11)$	$70^\circ 44\frac{1}{2}'$	4	$70^\circ 40' - 70^\circ 43'$	$70^\circ 43'$
$m : \omega = (\overline{1}10) : (\overline{1}11)$	$42^\circ 18'$	12	$42^\circ 11' - 42^\circ 25\frac{1}{2}'$	$42^\circ 17'$
$b : o = (010) : (111)$	$54^\circ 2'$	4	$50^\circ 56' - 54^\circ 8'$	$50^\circ 59'$
$o : \omega = (\overline{1}11) : (111)$	$45^\circ 55'$	8	$45^\circ 48' - 46^\circ 1'$	$45^\circ 54\frac{1}{2}'$
$m : o = (110) : (111)$	$42^\circ 7'$	12	$44^\circ 59' - 42^\circ 43'$	$42^\circ 40'$

Eine nach der Basis vollkommene Spaltbarkeit wurde constatirt.

$$a : c = (100) : (001) = 89^\circ 48' \text{ (Mittelwerth).}$$

Die Ebene der optischen Axen liegt senkrecht zur Symmetrieebene. Die erste Bisectrix ist 41° gegen die c -Axe im stumpfen Axenwinkel geneigt, die zweite Bisectrix ist parallel der b -Axe. Der stumpfe Axenwinkel wurde in Methylenjodid vom Brechungsindex $n_D = 1,7035$ an einer nach $b\{010\}$ geschliffenen Platte bestimmt zu

$$2H_o = 93^\circ 54'.$$

Der mittlere Brechungsindex für Natriumlicht wurde gemessen

$$\beta = 1,539.$$

Hieraus berechnet sich der wahre stumpfe Axenwinkel

$$2V_o = 107^\circ 58',$$

also der wahre spitze Axenwinkel

$$2V_a = 72^\circ 2'.$$

Das spezifische Gewicht wurde in Acetylentetrabromid bestimmt und im Mittel gefunden

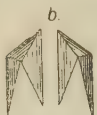
$$n = 2,3763.$$

Fig. 11a.



Auf $a\{100\}$;

Fig. 11b.



auf $m\{110\}$
und $\{1\bar{1}0\}$.

Das Verhältniss der topischen Axen ist:

$$\chi : \psi : \omega = 6,6632 : 4,1233 : 3,8600.$$

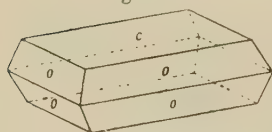
Mit feuchtem Fliesspapiere wurden sehr scharfe Aetzfiguren auf Orthopinakoid $\{100\}$ und Prisma $\{110\}$ hervorgerufen. Nächst den optischen Eigenschaften beweisen sie die monokline Natur und die Holoëdrie der Krystalle.

Methionsaures Baryum $\text{CH}_2(\text{SO}_3)_2\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O}$.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,8946 : 1 : 1,5962.$$

Fig. 12.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $a\{100\}$

Die Krystalle sind tafelig nach der Basis $c\{001\}$ und erreichen durchschnittlich eine Grösse von ca. 2 mm im Quadrat. Das Pinakoid $a\{100\}$ ist sehr klein. Die übrigen Flächen sind sehr schön ausgebildet und geben gute Reflexe (Fig. 12).

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	—	—	$96^\circ 22'$
$o : c = (111) : (001)$	$*67^\circ 20'$	24	$67^\circ 4' - 67^\circ 35'$	—
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$*75^\circ 57'$	49	$75^\circ 45' - 76^\circ 9'$	—
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$86^\circ 42'$	6	$86^\circ 25' - 86^\circ 48'$	$86^\circ 54'$

Nach der Basis $c\{001\}$ ist eine sehr vollkommene Spaltbarkeit vorhanden, welche sich durch Perlmutterglanz verräth.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel $b\{010\}$. Die spitze Bisectrix liegt in der a -Axe, während auf $c\{001\}$ die stumpfe Bisectrix austritt.

Der Winkel der optischen Axen ist wegen der leichten Spaltbarkeit schwierig zu messen. Er beträgt in Luft ca. 30° und nimmt beim Erhitzen bis 60°C. um ca. $40'$ ab.

Die Dispersion ist sehr stark, $\varrho > \nu$.

Die Doppelbrechung ist ziemlich stark, positiv.

Es wurden keine sehr scharfen Aetzfiguren erhalten, doch ergaben sie keine Anhaltspunkte gegen die angenommene Holoëdrie.

Das specifische Gewicht wurde in Quecksilberjodidkalium bestimmt zu
 $n = 2,6916$.

Imidosulfonsaures Ammonium $NH(SO_3NH_4)_2$.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,6443 : 1 : 0,9672; \beta = 87^\circ 45'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$.

Die Kryställchen wurden von L. Münzing¹⁾ zuerst gemessen. Ich habe keine nennenswerthen Abweichungen gefunden. Die Krystalle sind sehr klein und zeigen nur die vordere Hemipyramide ausgebildet.

Sie spalten ziemlich vollkommen nach $a\{100\}$, wenig gut nach der Basis $c\{001\}$.

Das specifische Gewicht wurde in Acetylentetrabromid bestimmt:

$$n = 2,071.$$

Das Verhältniss der topischen Axen berechnet sich daraus:

$$\chi : \psi : \omega = 6,5816 : 4,0027 : 3,8690.$$

Imidosulfonsaures Kalium $NH(SO_3K)_2$.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,6636 : 1 : 0,9604; \beta = 88^\circ 44'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$, $\omega\{111\}$, $\varrho\{\bar{1}01\}$, $c\{001\}$.

Dieses Salz wurde bereits von L. Münzing (l. c.) ebenfalls gemessen. Er giebt das Axenverhältniss an $a : b : c = 1,6555 : 1 : 0,9573$, $\beta = 89^\circ 34' 2$). Es gelang mir, flächenreichere Krystalle zu erhalten. Sie sind, oft sehr stark, nach der c -Axe verlängert und zeigen als neue Formen klein das hintere Hemidoma und die hintere Hemipyramide. Die Basis ist klein, aber gut spiegelnd.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*58^\circ 59'$	12	$58^\circ 57' - 59^\circ 4'$	—
$b : o = (010) : (111)$	$*50 32$	7	$50 30 - 50 37$	—
$m : o = (110) : (111)$	$*41 27$	9	$41 25 - 41 30$	—
$a : o = (100) : (111)$	$66 39$	2	$66 39 - 66 40$	$66^\circ 36'$
$m : o = (\bar{1}10) : (111)$	$70 7$	2	$70 6 - 70 7\frac{1}{2}$	$70 40$
$a : \varrho = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	$60 57$	1	—	$60 59$

1) Diese Zeitschr. 14, 62.

2) a. a. O. steht durch Druckfehler $\beta = 86^\circ 34'$.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$a : \omega = (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	$68^{\circ} 61\frac{1}{2}'$	4	—	$68^{\circ} 43'$
$s : \omega = (\bar{1}04) : (\bar{1}11)$	$40^{\circ} 0'$	4	$39^{\circ} 59' - 40^{\circ} 3'$	$40^{\circ} 2'$
$m : c = (110) : (001)$	$89^{\circ} 20'$	2	$89^{\circ} 18' - 89^{\circ} 22'$	$89^{\circ} 19'$
$a : c = (100) : (001)$	$88^{\circ} 43'$	2	$88^{\circ} 42' - 88^{\circ} 45'$	$88^{\circ} 44'$
$m : \omega = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	$42^{\circ} 5'$	2	$42^{\circ} 2' - 42^{\circ} 6'$	$42^{\circ} 3'$

Es findet sich nach der Basis $c\{001\}$ eine gute und nach dem Orthopinakoid $a\{100\}$ eine vollkommene Spaltbarkeit.

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene. Auf $a\{100\}$ tritt im Konoskop am Rande des Gesichtsfeldes nach oben die spitze Bisectrix aus, so dass die beiden Axenbilder eben noch sichtbar sind.

Das spezifische Gewicht wurde in Acetylentetrabromid bestimmt:

$$n = 2,5145.$$

Daraus ergibt sich das Verhältniss der topischen Axen

$$\chi : \psi : \omega = 6,6492 : 3,9789 : 3,7213.$$

Sulfoessigsäures Ammonium $\text{CH}_2 < \begin{matrix} \text{COONH}_4 \\ \text{SO}_3\text{NH}_4 \end{matrix}$.

Monoklin.

$$a : b : c = 1,4098 : 1 : 0,7972; \beta = 85^{\circ} 41'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $\rho\{\bar{1}01\}$.

Die sehr kleinen Krystalle wurden wasserfrei aus Alkohol erhalten. Die Flächen des Prismas und der Hemipyramide spiegelten ziemlich gut. Das Hemidoma war sehr schmal, gab aber gute Reflexe. Die Kryställchen sind fast alle unvollständig, sie besitzen grosse Löcher, welche den ganzen Krystall durchdringen, oder sind trübe.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) = *$	$109^{\circ} 6'$	8	$108^{\circ} 30' - 110^{\circ} 4'$	—
$r : m = (\bar{1}04) : (\bar{1}10)$	$*75^{\circ} 27'$	2	$75^{\circ} 27' - 75^{\circ} 27'$	—
$r : \omega = (\bar{1}04) : (\bar{1}11)$	$*35^{\circ} 42'$	2	$35^{\circ} 35' - 35^{\circ} 49'$	—
$\omega : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	$47^{\circ} 11'$	4	—	$47^{\circ} 11'$

Parallel der Basis ist eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit wahrzunehmen.

$$mc = (110) : (001) = \text{ca. } 87^{\circ}, \text{ berechnet } 87^{\circ} 8'.$$

Die Auslöschung auf den Prismenflächen entspricht dem System, doch liessen sich weitere Untersuchungen wegen der mangelhaften Beschaffenheit der Krystalle nicht anstellen.

Das spezifische Gewicht wurde mit Aethylenbromid bestimmt:

$$n = 2,038.$$

Daraus ergibt sich das Verhältniss der topischen Axen:

$$\chi : \psi : \omega = 5,9783 : 4,2405 : 3,3756.$$



Dargestellt von Weinland und Lauenstein, Zeitschr. f. anorg. Ch. 1899, 20, 34.

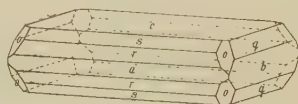
Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9871 : 1 : 1,4107.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $q\{011\}$, $s\{102\}$, $o\{112\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $r\{101\}$.

Die Krystalle sind dicktafelig nach der Basis. Die Randbegrenzung wird meist von den Domen gebildet, doch sind manchmal auch die Pinakoide herrschend ausgebildet. Die Pyramide ist klein und das Doma $r\{101\}$ meist sehr schmal. Die Krystalle sind mitunter centimetergross, doch liefern nur kleinere Exemplare gute Reflexe (Fig. 43).

Fig. 43.



Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : r = (001) : (101) =$	$55^0 1'$	8	$54^0 51' - 55^0 12'$	—
$c : q = (001) : (011) =$	$54 40$	6	$54 19 - 54 56$	—
$c : o = (001) : (112) =$	$45 14$	4	$45 9 - 45 17$	$45^0 7'$
$c : s = (001) : (102) =$	$35 2$	4	$34 51 - 35 3$	$35 5$
$a : o = (100) : (112) =$	$59 30$	2	$59 17 - 59 48$	$59 22$
$r : o = (101) : (112) =$	$35 32$	2	$35 25 - 35 42$	$35 40$

Es wurde keine Spaltbarkeit beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel $a\{100\}$, die spitze Bisectrix steht senkrecht auf der Basis $c\{001\}$.

Der Axenwinkel in Luft beträgt ca. 35^0 .

Die Dispersion ist gering, $v < \varrho$; die Doppelbrechung ist negativ.



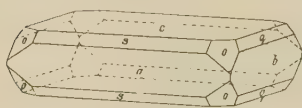
Dargestellt von Weinland und Lauenstein, Zeitschr. f. anorg. Ch. 1899, 20, 31.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9925 : 1 : 1,4148.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $q\{011\}$, $s\{102\}$, $r\{101\}$, $o\{112\}$.

Fig. 14.



Die Ausbildung ist ähnlich, wie diejenige des Ammoniumsalzes, die Domen treten aber stärker zurück und die Pyramide bildet kleine Abstumpfungen, so dass die Krystalle ihr rechteckiges Aussehen kaum verlieren. Nach der

b -Axe sind sie wenig gestreckt. Die Reflexe sind befriedigend (Fig. 14).

Kanten:	Gemessen:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : r = (001) : (101) =$	$*54^{\circ}57'$	20	$54^{\circ}43' - 55^{\circ}20'$	—
$c : o = (001) : (112)$	$*45 \quad 7$	15	$44 \quad 36 - 45 \quad 22$	—
$c : q = (001) : (011)$	$54 \quad 54$	18	$54 \quad 6 - 55 \quad 1$	$54^{\circ}45'$
$c : s = (001) : (102)$	$35 \quad 34$	5	$35 \quad 25 - 35 \quad 39$	$35 \quad 29$
$a : o = (100) : (112)$	$59 \quad 56$	20	$59 \quad 34 - 60 \quad 37$	$59 \quad 57$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel $b\{010\}$.

Die erste Bisectrix steht senkrecht auf der Basis $c\{001\}$.

Der Axenwinkel in Luft beträgt ca. 48° .

Die Dispersion ist gering, $\varrho > \nu$; die Doppelbrechung ist negativ.



Dargestellt von Denselben, ebenda 35.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9855 : 1 : 1,4423.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $s\{102\}$, $r\{101\}$, $q\{011\}$, $o\{112\}$. Die Krystalle zeigen den gleichen Habitus, wie diejenigen des Kaliumsalzes.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : r = (001) : (101) =$	$*55^{\circ}46'$	14	$55^{\circ} \quad 1' - 55^{\circ}45'$	—
$c : o = (001) : (112)$	$*45 \quad 10$	12	$45 \quad 2 - 45 \quad 27$	—
$c : q = (001) : (011)$	$54 \quad 44$	8	$54 \quad 32 - 55 \quad 5$	$54^{\circ}52'$
$c : s = (001) : (102)$	$35 \quad 37$	6	$35 \quad 20 - 35 \quad 50$	$35 \quad 48$
$a : o = (100) : (112)$	$59 \quad 45$	6	$59 \quad 32 - 60 \quad 22$	$60 \quad 25$

Die Ebene der optischen Axen ist parallel $b\{010\}$.

Die erste Bisectrix steht senkrecht auf der Basis $c\{001\}$.

Der Axenwinkel in Luft beträgt ca. 60° .

Die Dispersion ist gering, $\nu < \varrho$; die Doppelbrechung ist negativ.



Siehe ebenda S. 36.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 4,1765 : 4 : 0,5603.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $r\{104\}$, $q\{044\}$, $s\{034\}$, $o\{113\}$, $x\{134\}$.

Die flächenreichen Krystalle sind nach der c -Axe langgestreckt und nach $a\{100\}$ etwas tafelig. Von den Endflächen herrscht $r\{104\}$ vor. Die Pyramide $x\{134\}$ ist so klein, dass sie nur aus den Zonen bestimmt werden konnte. Die Reflexe waren gut.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$r : r = (104) : (\bar{1}04) =$	$*50^{\circ}57'$	44	$50^{\circ}35' - 54^{\circ}7'$	—
$r : o = (104) : (111)$	$*26\ 50$	42	$26\ 42 - 26\ 59$	—
$c : o = (004) : (111)$	—	—	—	$36^{\circ}20'$
$a : o = (100) : (111)$	$67\ 24$	6	$67\ 13 - 67\ 30$	$67\ 26$
$a : m = (100) : (110)$	$49\ 32$	10	$49\ 14 - 49\ 44$	$49\ 38$
$a : n = (100) : (210)$	$30\ 22$	9	$30\ 9 - 30\ 34$	$30\ 45$
$q : q = (044) : (0\bar{1}4)$	$58\ 29$	2	$58\ 26 - 58\ 34$	$58\ 32$
$s : s = (034) : (0\bar{3}4)$	$118\ 28$	2	$118\ 25 - 118\ 33$	$118\ 30$

Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Basis $c\{004\}$. Die stumpfe Bisectrix tritt senkrecht auf $a\{100\}$ aus.



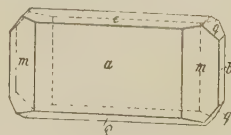
Dargestellt von Weinland und Alfa, Zeitschr. f. anorg. Ch. 1899, 21, 44.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,8504 : 4 : 0,6268; \beta = 104^{\circ}5'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{004\}$, $q\{104\}$, $m\{110\}$, $b\{040\}$, $q\{024\}$, $o\{124\}$.

Der Habitus der Krystalle ist tafelig nach $a\{100\}$ und etwas gestreckt nach der b -Axe. Die Flächen $b\{040\}$, $q\{024\}$ und $o\{124\}$ sind sehr klein. Die Reflexe sind mittelmässig (Fig. 45).



Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$a : c = (100) : (001) =$	$*78^{\circ}55'$	40	$78^{\circ}44' - 79^{\circ}19'$	—
$c : q = (001) : (\bar{1}01)$	$*40 \ 8$	42	$39 \ 24 - 40 \ 38$	—
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$*100 \ 20$	40	$98 \ 55 - 101 \ 20$	—
$c : m = (001) : (110)$	$81 \ 27$	6	$81 \ 14 - 81 \ 50$	$81^{\circ}31'$
$c : q = (001) : (024)$	$54 \ 3$	2	$50 \ 57 - 54 \ 12$	$50 \ 53$
$a : q = (100) : (024)$	$83 \ 4$	2	$82 \ 57 - 83 \ 2$	$83 \ 2$
$m : q = (110) : (024)$	$53 \ 40$	2	$53 \ 23 - 53 \ 57$	$53 \ 18$
$q : m = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	$68 \ 14$	4	— —	$68 \ 7$

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Aetzfiguren symmetrisch.

Die Ebene der optischen Axen liegt in der Symmetrieebene, auf $a\{100\}$ tritt am unteren Rande des Gesichtsfeldes im Konoskop eine optische Axe aus. Wegen des raschen Trübwerdens der Krystalle liess sich nichts weiter beobachten.

Rubidiumsalz $P(OH)_3(ORb)F$ (ebenda S. 47) hat ähnlichen Habitus und gleiche optische Eigenschaften. Isomorph vor. Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $q\{\bar{1}01\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$, $n\{210\}$?

$$(110) : (1\bar{1}0) = 101^{\circ} - 105^{\circ}.$$

Andere Flächen nicht messbar.

Fluorschwefelsaures Kalium $S_2O_7F_2K_3H + H_2O$.

Dargestellt von Weinland und Alfa, Zeitschr. f. anorg. Ch. 1899, **21**, 50.

Monoklin bisphenoïdisch.

$$a : b : c = 1,013 : 1 : 0,8218; \beta = 108^{\circ}39'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $n\{130\}$, $c\{001\}$, $s\{\bar{1}01\}$ und einige nicht bestimmbare Bisphenoïde und Domen. Die kleinen Krystalle sind dicktafelig nach $a\{100\}$. Die Basis $c\{001\}$ ist gross. Die Krystalle sind deutlich sphenoïdisch ausgebildet, doch sind die betreffenden Flächen unmessbar trotz ihrer Grösse.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : a = (001) : (100) =$	$*71^{\circ}21'$	6	$70^{\circ}43' - 71^{\circ}56'$	—
$a : m = (100) : (110)$	$45 \ 53$	4	$45 \ 12 - 46 \ 24$	$46^{\circ}12'$
$a : n = (100) : (130)$	$*72 \ 17$	4	$71 \ 36 - 72 \ 42$	—
$a : s = (100) : (\bar{1}01)$	$*62 \ 35$	6	$61 \ 47 - 63 \ 7$	—
$c : n = (001) : (130)$	$76 \ 54$	4	— —	$77 \ 8$

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht auf der Symmetrieebene. Auf $a\{100\}$ ist im Konoskop ein Axenbild (spitze Bisectrix) wenig gegen

$e(001)$ hin geneigt sichtbar. Die Dispersion ist stark, $\varrho < \nu$; die Doppelbrechung ist ziemlich schwach. Der Axenwinkel in Luft beträgt ca. 70° für Na -Licht.

Das entsprechende selensaure Salz $SeO_3 \cdot F_2 K_3 H \cdot H_2O$ (ebenda S. 56) bildet kleinere, rasch verwitternde Krystalle von gleichem Habitus, an denen folgende Winkel gemessen werden konnten:

$$a : c = (100) : (001) = 74^\circ \text{ ca.}$$

$$a : m = (100) : (110) = 45\frac{1}{2}^\circ \text{ ca.}$$

$$a : n = (100) : (130) = 73^\circ \text{ ca.}$$

$$a : s = (100) : (\bar{1}01) = 59^\circ \text{ ca.}$$

Ammoniumfluorselenat $SeO_3(OH)F(NH_4)_2$, rhombisch?, bildet Täfelchen mit den Flächen von $\{100\}$, $\{010\}$, $\{011\}$. $(011) : (010) = 32\frac{1}{2}^\circ$ (mikr. Messung). Axenebene (010) , 2. Mittell. $\perp (100)$. (S. l. c. S. 58.)

Kaliumdifluortellurat $TeO_3 F_2 K_2 \cdot 3H_2O$ (l. c. 64) bildet mikroskopische, oktaëderähnliche Krystalle, wahrscheinlich monoklin.

Kaliumfluordithionat $S_2O_5 F_2 K_2 \cdot 3H_2O$ (l. c. 64), tafelförmige Zwillinge, durch deren Tafelfläche ein Axenbild schief sichtbar ist (triklin?).

Kaliumfluormanganit $MnF_6 K_2$.

Dargestellt von Weinland und Lauenstein, Zeitschr. f. anorg. Ch. 1899, 20, 43.

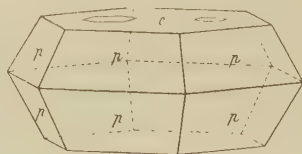
Hexagonal.

$$a : c = 1 : 4,6444.$$

Beobachtete Formen: $c\{0001\}$, $p\{10\bar{1}1\}$.

Die ausserordentlich kleinen honiggelben Krystalle sind tafelig nach der Basis und zeigen nur die Pyramide als Randbegrenzung. Die Reflexe waren sehr gut (Fig. 46).

Fig. 46.



Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : p = (0001) : (10\bar{1}1) = *62^\circ 11'$		45	$64^\circ 42' - 62^\circ 23'$	—
$p : p = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}1)$	$52^\circ 27'$	3	$52^\circ 46' - 53^\circ 14'$	$52^\circ 29'$

Nach der Basis findet sich eine unvollkommene Spaltbarkeit.

Die Krystalle sind einaxig, die Doppelbrechung ist schwach, negativ.

Auf der Basis lassen sich undeutliche Aetzfiguren erhalten, welche ein Hexagon zweiter Stellung zeigen.

Rubidiumfluormanganit MnF_6Rb_2 .

S. ebenda 44.

Hexagonal.

$$a : c = 1 : 1,6485.$$

Beobachtete Formen: $c\{0004\}$, $p\{40\bar{1}4\}$. Die Krystalle gleichen vollständig dem Kaliumsalze.

Kanten:	Mittel:	Zahl der Kanten:	Grenzwerthe:	Berechnet:
$c : p = (0004) : (40\bar{1}4) =$	$*61^0 54'$	8	$61^0 49' - 61^0 52'$	—
$p : p = (40\bar{1}4) : (04\bar{1}4)$	$52\ 24$	4	— —	$52^0 49'$

Nach der Basis findet sich eine unvollkommene Spaltbarkeit.

Die Doppelbrechung ist schwach, negativ.

IX. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. L. Brugnatelli (in Pavia): Ueber einen Fundort von Titanolivin im Val Malenco (Veltlin).

Neulich machte Herr Dr. Boeris¹⁾ die interessante Mittheilung, dass der bis jetzt für ein sehr seltenes Mineral gehaltene Titanolivin in den piemontesischen Alpen reichlich verbreitet ist. Er hat nämlich das Mineral an verschiedenen Fundstellen, wie S. Ambrogio im Susathale, am Monte di Pian Reale, an der Rocca Rossa oberhalb Giaveno und im Val d'Ala beobachtet und reichlich gesammelt.

Zur Kenntniss der Verbreitung des Titanolivins in den Alpen halte ich es für interessant, hier bekannt zu machen, dass ich dasselbe Mineral auch in der Umgebung von Chiesa im Val Malenco im vorigen August gefunden habe. Die Localität, an welcher ich meine Exemplare gesammelt habe, ist auf dem Pfade, welcher von Chiesa nach Primolo führt, und besonders da, wo der Pfad dem Bache Rovina entlang geht.

Alles lässt vermuthen, dass die Stücke von den Bergen der Gruppe des Monte Braccia stammen; den primären Fundort konnte ich aber nicht erreichen.

Das Mineral findet sich in bis nussgrossen derben Massen und Adern in einem serpentin-chloritischen Gesteine, welches meiner Meinung nach eine besondere Abart des sogenannten »serpentinartigen Malencogesteines« von Theobald bildet.

Die Auffindung des Titanolivins in den piemontesischen sowie in den lombardischen Alpen lässt vermuthen, dass dieses Mineral in den Alpen überhaupt eine viel grössere Verbreitung geniesse, als es bis jetzt bekannt ist. Das wird auch dadurch bestätigt, dass es ausserdem von Prof. Artini²⁾ und Dr. Melzi im Val Sesia beobachtet wurde.

2. H. Hilton (in Oxford): Ueber Viola's Methode der Ableitung der Krystallklassen aus dem Princip der Homogenität.

In dieser Zeitschr. **35**, 236—239 macht Viola einen interessanten Versuch, allein aus dem Principe der Homogenität (d. i. aus der Thatsache, »dass

1) G. Boeris, Sulla diffusione della titanolivina nelle Alpi piemontesi. Separat-abdruck aus der Rivista di Mineralogia e Cristallografia Italiana. Noch nicht veröffentlichtes Heft. Padova 1901.

2) E. Artini und G. Melzi, Ricerche petrografiche e geologiche sulla Valsesia. Memorie R. Ist. Lombardo di Scienze e Lettere, Mailand 1900 [48], 248 und 334.

alle parallelen Richtungen unter einander gleichwerthig sind«) zu beweisen, dass die einzig möglichen Axen der Symmetrie homogener krystallinischer Medien digonale, trigonale, tetragonale oder hexagonale sind.

Es soll jedoch im Folgenden gezeigt werden, dass dieser Beweis nicht zutrifft. Viola zeigt zuerst, dass eine Drehung um einen Winkel 2α um eine Axe A , verbunden mit einer Rotation um einen Winkel $p \cdot 2\alpha$ um irgend eine parallele Axe B , äquivalent ist einer Drehung um irgend eine andere Axe C_p (parallel zu A und B) um einen Winkel $2\gamma_p$ in entgegengesetzter Richtung, wo $\gamma_p = (n - 1 - p)\alpha$. »Werden die Drehungen um den Betrag 2α um die Axe A und um den Betrag $p \cdot 2\alpha$ um B wiederholt, so wird auch das Gebilde wiederholte Drehungen um den Betrag $2\gamma_p$ um die Axe C_p ausführen.«

»Ist also der Winkel $p \cdot 2\alpha$ ein Theiler von 360° , und wird das Gebilde einen vollen Umlauf sowohl um A , als auch um B ausführen, so muss schliesslich ein voller Umlauf um C_p zu Stande kommen, d. h., falls $p \cdot 2\alpha$ ein Theiler von 360° ist, muss auch der resultirende Winkel $2\gamma_p$ ein Theiler von 360° sein.«

Dieser Schluss ist nun nicht zwingend; denn wenn er beweist, dass $2\gamma_p$ ein aliquoter Theil von 2π ist, so ist schwer einzusehen, warum er nicht auch beweisen sollte, dass $2\gamma_{p'}$ ein aliquoter Theil von 2π ist, wenn die Drehung um 2α um A , verbunden mit der Rotation $p \cdot 2\alpha$ um B , äquivalent ist einer Rotation um $2\gamma_{p'}$ in dem gleichen Sinne um C_p ; es ist aber unmöglich, dass $2\gamma_p$ und $2\gamma_{p'}$ beide aliquote Theile von 2π sind, weil $2\gamma_p + 2\gamma_{p'} = 2\pi$.

Uebrigens kann ein Fall gefunden werden, in welchem die oben wiedergegebene Feststellung Viola's unrichtig ist. Wenn nämlich $n = 8$ (wo $n \cdot 2\alpha = 2\pi$) und $p = 2$, so ist $p \cdot 2\alpha$ ein aliquoter Theil von 2π ; aber dann ist $2\gamma_p = (8 - 1 - 2)2\alpha = \frac{5}{8} \cdot 2\pi$ und daher kein aliquoter Theil von 2π .

In der That ist eine Gruppe von Bewegungen möglich, bestehend aus einer Rotation um einen Winkel $\frac{2\pi}{n}$ (wo n irgend eine ganze Zahl ist) um eine Axe, verbunden mit jeder beliebigen Translation senkrecht zu dieser Axe; oder, was dasselbe sagen will, eine Gruppe bestehend aus Drehungen um $\frac{2\pi}{n}$ um jede beliebige Axe parallel einer bestimmten Richtung, wie C. Jordan nachgewiesen hat in der »Récapitulation« seines »Mémoire sur les groupes de mouvements« (Annali di matematica pura ed applicata, 1869, Serie II, 2, 339), woselbst er schreibt:

»10^{ième} [et 11^{ième}] groupe. Dérivent d'une rotation d'un angle fini $\frac{2\pi}{n}$
[ou d'un angle infiniment petit autour d'une
axe A],

wo n irgend eine ganze Zahl ist (s. l. c. S. 180 § 15),

und: »65^{ième} [et 66^{ième}] groupe. S'obtiennent en adjoignant aux mouvements des groupes 10 [et 11] toutes les translations transversales possibles.«

(Vergl. auch l. c. S. 193 § 30.)

Die Nothwendigkeit, dass n eine der Zahlen 2, 3, 4, 6 ist, entsteht nur dann, wenn senkrecht zu den Axen der Rotation eine Richtung existirt, nach welcher keine Translation infinitesimal ist, und dieser Fall führt zugleich zu den »Structurtheorien«, von welchen das »Gesetz der rationalen Indices« ableitbar

ist; hieraus ist zu schliessen, dass wir das Gesetz der rationalen Indices annehmen müssen, um die 32 Krystallklassen zu erhalten.

Nachschrift bei der Correctur. Mit Rücksicht auf die folgende »Bemerkung« muss ich bei der Behauptung verharren, nach welcher nur das festgestellt werden darf, dass die Drehung $2\gamma_p$ um C_p übereinstimmen muss mit der Thatsache, dass C_p eine n -zählige Symmetrieaxe ist. Dies erfordert nur, dass $n \cdot 2\gamma_p$ ein Vielfaches von 2π ist, nicht aber, dass $n \cdot 2\gamma_p$ gleich 2π wäre, wie Hr. Viola verlangt; in der That ist es auch, selbst in dem Falle, dass $n = 6$ ist, nicht immer richtig (z. B. wenn $p = 4$).

3. C. Viola (in Rom): Bemerkung zur vorhergehenden Notiz.

»Oder drücken wir uns genauer so aus: Ist es möglich, einen vollen Umlauf um A und B auszuführen, so muss es eine resultirende Axe wie C_p geben, um welche das Gebilde einen resultirenden vollen Umlauf ausführt, denn im entgegengesetzten Falle würden weder B noch C Symmetrieaxen sein. Das ist eben nur dann möglich, wenn der Winkel $2\gamma_p$ ein Theiler von 360° ist¹⁾.«

So wird die oben angeführte Citation von H. Hilton vervollständigt.

Führen wir einige Beispiele an:

$$\begin{aligned} \text{Für } n = 2, p = 1 \text{ wird } 2\gamma_p &= (2 - 1 - 1) \frac{2\pi}{2} = 0 \\ - \quad n = 3, p = 1 \quad - \quad 2\gamma_p &= (3 - 1 - 1) \frac{2\pi}{3} = \frac{1}{3} \cdot 2\pi \\ - \quad n = 4, p = 1 \quad - \quad 2\gamma_p &= (4 - 1 - 1) \frac{2\pi}{4} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \\ - \quad n = 5, p = 1 \quad - \quad 2\gamma_p &= (5 - 1 - 1) \frac{2\pi}{5} = \frac{3}{5} \cdot 2\pi \\ - \quad n = 6, p = 2 \quad - \quad 2\gamma_p &= (6 - 1 - 2) \frac{2\pi}{6} = \frac{1}{2} \cdot 2\pi \\ - \quad n = 7, p = 1 \quad - \quad 2\gamma_p &= (7 - 1 - 1) \frac{2\pi}{7} = \frac{5}{7} \cdot 2\pi \\ - \quad n = 8, p = 2 \quad - \quad 2\gamma_p &= (8 - 1 - 2) \frac{2\pi}{8} = \frac{5}{8} \cdot 2\pi \\ &\text{etc. etc.} \end{aligned}$$

Wir sehen aus diesen Beispielen, dass nur für $n = 2, 3, 4, 6$ der Winkel $2\gamma_p$ ein aliquoter Theil von 2π werden kann, d. h. nur für $n = 2, 3, 4, 6$ können A und B gleichzeitig Symmetrieaxen sein und zwar von derselben Ordnung, denn nur unter diesen Bedingungen kann das Gebilde einen vollen Umlauf ausführen, wenn es nacheinander wiederholt um die Axen A und B um den

Winkel $2\alpha = \frac{2\pi}{n}$ gedreht wird. Da für $n = 5, 7, 8$ etc. der resultirende

Winkel $2\gamma_p$ kein aliquoter Theil von 2π werden kann, so sind solche Fälle für die Lösung unserer Aufgabe untauglich. Die gegen meinen Beweis angeführte Annahme Hilton's $n = 8$ und $p = 2$ ist daher zu verwerfen. Der Haupteinwand Hilton's gegen meine Schlüsse ist übrigens nicht dieser, sondern

1) Diese Zeitschr. 35, 238.



folgender: Hilton bemerkt: wenn bewiesen wird, dass $2\gamma_p$ ein aliquoter Theil von 2π ist, so ist schwer einzusehen, weshalb nicht bewiesen werden sollte, dass $2\gamma_p'$ ein aliquoter Theil von 2π sei, wenn die Drehung um 2α um A verbunden mit der Rotation um $p \cdot 2\alpha$ um B einer Rotation um $2\gamma_p'$ in dem gleichen Sinne um C_p äquivalent ist; es ist eben unmöglich, dass $2\gamma_p$ und $2\gamma_p'$ beide aliquote Theile von 2π sind, weil $2\gamma_p + 2\gamma_p' = 2\pi$ ist.

Es ist richtig, dass eine Drehung um $2\gamma_p$ um C_p im entgegengesetzten Sinne der Drehung um $2\gamma_p'$ im gleichen Sinne äquivalent ist; aber eine auf die erste folgende Rotation um $2\gamma_p$ im entgegengesetzten Sinne ist einer resultirenden Drehung um $2\gamma_p'' = 2\pi - 4\gamma_p$ im gleichen Sinne gleichbedeutend, wo der Winkel $2\gamma_p''$ nicht das Doppelte von $2\gamma_p'$ ist; gleichfalls, wenn man eine dritte Drehung um $2\gamma_p$ im entgegengesetzten Sinne den zwei ersten Drehungen folgen lässt, erhält man die Rotation um $2\gamma_p''' = 2\pi - 6\gamma_p$ im gleichen Sinne, wo wieder $2\gamma_p'''$ nicht das Dreifache von $2\gamma_p'$ sein kann etc. Daraus geht hervor, dass, wenn man die Drehung um 2α um A mit der Drehung um $p \cdot 2\alpha$ um B verbindet, man die Drehung um $2\gamma_p$ um C_p im entgegengesetzten Sinne in Betracht ziehen muss, und nicht die um $2\gamma_p'$ um C_p im gleichen Sinne, für die Symmetrie des homogenen Gebildes.

Jedenfalls ist es für den zu erreichenden Zweck gleichgültig, ob $2\gamma_p$ oder $2\gamma_p'$ ein aliquoter Theil von 2π sei; die Hauptsache ist nur, dass die Zahl n so gewählt sei, dass schliesslich durch wiederholte Drehungen nacheinander um A und B um $\frac{2\pi}{n}$ das Gebilde einen vollen Umlauf ausführen kann im gleichen oder entgegengesetzten Sinne; und das ist allein möglich für $n = 2, 3, 4, 6$ resp. $n = \infty$. Nach dieser Auseinandersetzung ist ersichtlich, dass folgende zwei Sätze ein Missverständniss hervorgerufen haben:

- 1) Sobald 2α und $p \cdot 2\alpha$ aliquote Theile von 2π sind, muss es auch $2\gamma_p$ sein;
- 2) 2α und $p \cdot 2\alpha$ als aliquote Theile von 2π sind so zu wählen, dass auch $2\gamma_p$ ein solcher wird.

Der erste Satz wurde von Hilton angefochten, hat aber für uns keine Bedeutung; den zweiten Satz allein habe ich in Betracht gezogen, und er führte zu dem Beweise der möglichen Krystalsymmetrien, gestützt lediglich auf das Princip der Homogenität.

Uebrigens geht das selbst aus dem von Hilton citirten Aufsätze C. Jordan's hervor. Wenn nämlich die Zahlen 2, 3, 4, 6 aus der Nothwendigkeit hervorgehen, dass senkrecht zu den Axen keine infinitesimale Translation existirt, so stimmt das mit meinem Beweise überein, denn sobald zwei parallele Axen wie A und B gewählt werden, die nicht zusammenfallen, so ist eine infinitesimale Translation ausgeschlossen. Der von mir angegebene geometrische Beweis ist in der That dann und nur dann möglich, falls die Axen A, B, C nicht zusammenfallen; das ist aber als zwingende Folge davon angenommen worden, dass das Gebilde in allen Punkten homogen sei.

Die Vorstellung der Homogenität allein genügt daher, um die 32 Symmetrien für die vollständigen Krystalle und die zwei Symmetrien für die unvollständigen aufzubauen; dabei tritt die Structurtheorie untergeordnet und willkürlich auf.

Die Structurtheorie und das Gesetz der Rationalität der Indices dürfen nur aus der Erfahrung, d. h. aus den physikalischen Erscheinungen, nicht aber aus

geometrischen oder mathematischen Begriffen abgeleitet werden. Mit dem vorliegenden Beweise hoffe ich einen Beitrag in dieser Hinsicht geliefert zu haben.

4. H. L. Wells und S. L. Penfield (in New Haven, Conn.): Ein neues Vorkommen von Sperrylith.

Wir erhielten durch Prof. Wilbur C. Knight in Laramie ein Stück eines platinhaltigen Kupfererzes von der Rambler-Mine, welche ungefähr 50 Meilen südwestlich von Laramie, in den Medicine Bow Mountains, in Wyoming gelegen ist. Das Stück besteht im Wesentlichen aus Covellin mit ein wenig Pyrit. Es lag der Gedanke nahe, dass das Platin in diesen Erzen in Form von Sperrylith enthalten sei, den wir bekanntlich in sulfidischen Erzen aus dem Sudbury-Bezirk in Canada aufgefunden haben (diese Zeitschr. **15**, 285) und von dem Walker (diese Zeitschr. **25**, 564) seitdem nachgewiesen hat, dass er sich in Canada hauptsächlich in Kupfererzen findet. Wir untersuchten also das Stück darauf hin.

Etwa eine Unze gröblich gepulvertes Material wurde mit heisser, concentrirter Salpetersäure zersetzt und der Rückstand abwechselnd mit concentrirter Sodalösung und Salpetersäure gekocht, bis nur noch eine sehr kleine Menge eines dunkel gefärbten Rückstandes blieb. Als dieser durch Decantiren von einer Spur mnes heller gefärbten Materials befreit war, konnte man schon mit blossem Auge in dem Rückstande etwa sechs winzige, glänzende Sperrylith-ähnliche Kryställchen sehen. Nach dem Trocknen und Aussuchen zeigten diese Krystalle unter dem Mikroskop den hohen Glanz des Sperryliths. Der grösste derselben von 0,42 mm Durchmesser war ziemlich flächenreich, konnte aber nicht mit Sicherheit entziffert werden, doch waren Hexaëder und Pyritoëder augenscheinlich vorhanden, ein zweiter Krystall war eine Combination von Oktaëder und Hexaëder. Vier Krystalle von etwa 0,4 mm Durchmesser im Gesamtgewichte von etwa 0,00004 g wurden chemisch geprüft. Beim Erhitzen im offenen Rohre schmelzen sie wie der Sperrylith und geben ein Sublimat von arseniger Säure in weissen oktaëdrischen Krystallen. Der hierbei bleibende Rückstand wurde in Königswasser gelöst und lieferte beim Verdunsten mit etwas Salmiak die gelben oktaëdrischen Krystalle von Ammoniumplatinchlorid. Es ist demnach kein Zweifel mehr, dass das Mineral Sperrylith ist, und zwar ist dasselbe sowohl im Pyrit, als im Covellin enthalten.

Wir sind natürlicher Weise nicht ganz sicher, ob diese Erze nicht auch noch Platin in einer anderen Form, denn als Sperrylith, enthalten; immerhin macht es jedoch die Thatsache, dass wir keinerlei anderes metallisches Körnchen beobachten konnten, wahrscheinlich, dass das Platin als Arsenid darin vorhanden ist. Die Auffindung des Platins in den Erzen der Rambler-Mine ist ganz neu und von grösstem Interesse. Nach Herrn Knight (Mining and Engineering Journ. 1904, S. 845) findet es sich in den Erzen aus allen Theilen der Grube und zwar in Mengen von 0,06 bis 1,4 Unze per Tonne (0,0002 bis 0,0058 %) und besonders reichlich im Covellin. Nach seinem Berichte scheint es, dass das Platin in dieser Grube kommerzielle Bedeutung gewinnen wird.

Das Vorkommen des Sperryliths in Ontario, Wyoming und, wie Hidden (diese Zeitschr. **32**, 599) gefunden hat, auch an einigen Plätzen in Nord-Carolina zeigt, dass das Mineral weit verbreitet ist. Möglicher Weise führen weitere Untersuchungen dazu, neue Quellen dieses nützlichen Metalles zu erschliessen.

5. H. Bücking (in Strassburg): Sulfoborit von der Asse.

Von Herrn Ochsenius in Marburg erhielt ich vor einiger Zeit eine Anzahl kleiner glasglänzender Krystalle aus den Lösungsrückständen des Carnallits von dem braunschweigischen Kaliwerke bei Wittmar an der Asse, einem Höhenzuge östlich von der Oker zwischen Wolfenbüttel und Borssum. Die genauere Untersuchung ergab, dass es sich wesentlich um Sulfoborit und einige weniger glänzende Anhydritkryställchen handelte.

Die Sulfoboritkrystalle kommen demnach im Carnallit der Asse, ähnlich wie bei Westeregeln, zusammen mit Krystallen von Anhydrit (und wohl auch von Boracit) vor; sie lassen sich von jenem durch ihren starken Glanz, vom Boracit durch ihre prismatische Form gut unterscheiden und aus den Lösungsrückständen ohne grosse Mühe auslesen. Dabei findet man in der Regel nur einzelne, nicht zu Gruppen verwachsene Krystalle. Sie stimmen im Aussehen, in Grösse und Krystallausbildung vollkommen mit dem Sulfoborit von Westeregeln (s. diese Zeitschr. 25, 622) überein. Die durch etwas Eisenoxyd röthlich gefärbten Krystalle sind zahlreicher als die farblosen; in ihrer Länge schwanken sie zwischen 1 und 4 mm. Sie zeigen die Formen:

$$\{110\}, \{111\}, \{010\}, \{001\}.$$

Die gewöhnlichen Combinationen sind:

- 1) $\{110\} \{111\}$, zum Theil mit Andeutung von $\{010\}$,
- 2) $\{110\} \{001\}$, zum Theil mit $\{111\}$, selten zugleich mit $\{010\}$.

Einzelne der letzteren Krystalle erscheinen hemimorph dadurch, dass die Basis an dem einen Ende gross und allein, an dem anderen Ende aber nur klein, neben den Flächen von $\{111\}$, ausgebildet ist. Die Form $\{010\}$ tritt im Allgemeinen sehr zurück; $\{101\}$ wurde gar nicht beobachtet. Auch bei diesem Vorkommen von Sulfoborit ist die Basis ziemlich matt; nur die Flächen $\{111\}$ und $\{110\}$ glänzen stark.

Das neue Vorkommen von Sulfoborit deutet darauf hin, dass das Mineral, gleich den Krystallen von Anhydrit und Boracit, in dem Carnallit der norddeutschen Steinsalzlager recht verbreitet vorkommt, wenn auch stets nur in so geringer Menge, dass zu seiner Auffindung eine aufmerksame Untersuchung der Lösungsrückstände erforderlich ist.

6. W. Wahl (in Helsingfors): Ueber ein wasserhaltiges Baryumsilicat.

Schon seit längerer Zeit ist es bekannt gewesen, dass in Reagenzflaschen, die Baryumhydrat enthalten, nach längerem Stehen wasserhelle Krystalle sich an den Wandungen der Flaschen absetzen. Der Erste, der diese Krystalle näher untersucht hat, ist Pisani, der im Jahre 1876 sie sowohl krystallographisch und optisch, wie chemisch beschreibt¹⁾. Nach Pisani ist die Substanz ein Baryumsilicat von der Zusammensetzung $3BaSiO_3 + 2H_2O$ und krystallisirt rhombisch.

Einige Jahre später werden ähnliche Krystalle von Le Chatelier untersucht und von Mallard krystallographisch und optisch beschrieben²⁾. Le Chatelier giebt die Zusammensetzung $BaO.SiO_2 + 7H_2O$ an. Le Chatelier ist es gelungen, auch direct aus Baryumhydroxyd und Kieselsäure die Krystalle zu erhalten.

1) Pisani, Compt. rend. 1876, 83, 4056. Ref. diese Zeitschr. 1, 95.

2) Le Chatelier, Compt. rend. 1881, 92, 934. Ausz. diese Zeitschr. 6, 277.

Identisch mit diesem Baryumsilicat ist wahrscheinlich die von Saussure beschriebene Substanz¹⁾, die unter ähnlichen Bedingungen entstanden war, und die in den meisten Handwörterbüchern der Chemie als Baryumsuperoxydhydrat angegeben ist.

Da im chemischen Laboratorium der hiesigen Universität zwei Baryumhydratflaschen mit gut ausgebildeten Krystallen vorhanden waren, unternahm ich eine Untersuchung derselben und möchte hier die Ergebnisse zur Berichtigung und Ergänzung der Angaben von Pisani und Le Chatelier mittheilen.

Die Flaschen hatten sehr lange (jedoch höchstens zwölf Jahre) bei Zimmertemperatur verschlossen gestanden. Die Krystalle sind schon vor vier Jahren beobachtet worden.

Die Krystalle der Flasche I (Fig. 1) waren etwa 5 mm lang, und von dem Prisma $p\{110\}$, dem Brachydoma $q\{011\}$ und dem Brachypinakoid $b\{010\}$ begrenzt. An manchen Krystallen trat die Pyramide $o\{124\}$ und an manchen das Makropinakoid hinzu; doch waren diese beiden Flächen meistens sehr schlecht ausgebildet und nur mittelst Vergrößerung sichtbar. Das Brachypinakoid war uneben.

	Gemessen:	Berechnet:
$p:p = (110):(1\bar{1}0) =$	$*46^0 22\frac{1}{2}'$	—
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	$*96 44\frac{1}{3}$	—
$p:q = (110):(011)$	$72 53\frac{1}{2}$	$72^0 53'$
$p:o = (110):(124)$ (Schimmer)	$54 59$	$54 23$

$$a:b:c = 0,42832 : 1 : 4,12513.$$

Die Krystalle der Flasche II zeigten die in Fig. 2 abgebildete Combination mit den Formen: $p\{110\}$, $o\{124\}$ und $q\{011\}$. Sie waren nadelförmig und bisweilen 6—7 mm lang. Eine parallele Verwachsung zweier Individuen nach (010) ist sehr allgemein. Wegen der Kleinheit der Flächen an der Spitze des Krystalles gelang die Messung derselben nur unter Anwendung von Verkleinerung (vermittelt eines zweikreisigen Goldschmidt'schen Goniometers).

	Gemessen:	Ber.:	Gemessen:
			Pisani Mallard
$p:p = (110):(1\bar{1}0) =$	$*46^0 29'$	—	$46^0 15' \quad 46^0 13' 2''$
$q:q = (011):(0\bar{1}1) =$	$*96 53\frac{1}{3}$	—	$97 \quad 4 \quad 96 \quad 56$
$o:c = (124):(001) =$	$44 \quad 3$	$44^0 7'$	—
$o:o = (124):(1\bar{2}4) =$	—	$50 29$	$50 \quad 35 \quad 50 \quad 24 \quad 2$

$$a:b:c = 0,42945 : 1 : 4,12809.$$

Polarelemente: $q_0 = 4,12809$, $p_0 = 2,62682$.

1) Saussure, Ann. de Ch. Ph. 1830, **44**, 23.

2) Mallard giebt für die Winkel $\angle h^3 h^3$ sur $h^1(120), (\bar{1}20)c$ und $\angle b^1 b^1$ au dessus de $g^1(111), (\bar{1}\bar{1}1)c$ (nach seiner Aufstellung des Krystalles) die Werthe $46^0 13'$ und $50^0 24'$ und für den Winkel $b^1 b^1$ au dessus de $h^1(111), (\bar{1}\bar{1}1) 59^0 37'$. Da dem über dem Prismenwinkel $46^0 13'$ liegenden Pyramidenwinkel der aus dem Axenverhältnisse berechnete Werth $50^0 29'$ zukommt, muss hier eine Verwechslung der beiden Winkel zwischen den Pyramidenflächen vorliegen.

Fig. 1.

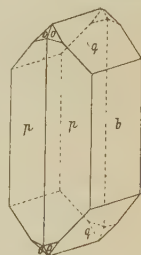
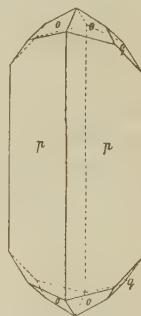


Fig. 2.



Die Ebene der optischen Axen geht durch die c - und die a -Axe. Die spitze Biseatrix ist die a -Axe. Optischer Charakter negativ (laut Mallard unrichtig positiv; laut Pisani dagegen richtig negativ). $\rho < v$. Dispersion der Axen ziemlich stark: nach Messungen von Pisani $2E = 58^{\circ} 41'$ für Roth und $66^{\circ} 22'$ für Grün. Meine Messungen ergaben einen etwas niedrigeren Werth der Dispersion, nämlich $2E = 60^{\circ} 46'$ für rothes und $65^{\circ} 54'$ für grünes Glas¹⁾.

Der Axenwinkel wurde an einem Adams'schen Axenwinkelapparate für Na -Licht bestimmt: $2H_a = 40^{\circ} 6' 30''$. Hieraus berechnet sich für den wahren Axenwinkel $2V_a = 39^{\circ} 40' 8''$ und für den in Luft gemessenen $2E = 63^{\circ} 21' 36''$. Mallard giebt für gelbes Licht den Werth $2E = 59^{\circ} 40'$ an.

Die Lichtbrechung wurde an einem natürlichen Prisma (Flasche II)²⁾ bestimmt. Indessen konnte nur ein gebrochenes Bild beobachtet werden, und dieses konnte durch einen Nicol nicht ausgelöscht werden, was darauf zurückzuführen ist, dass die beiden gebrochenen Bilder wegen der sehr geringen Doppelbrechung sich von einander nicht trennen lassen.

Dass dieses der Fall ist, ergab auch die directe Bestimmung der Grösse der Doppelbrechung mittelst des Compensators von Babinet. Die für Na -Licht erhaltenen Werthe waren:

$$\gamma - \alpha = 0,0067$$

$$\beta - \alpha = 0,0050$$

$$\gamma - \beta = 0,0016$$

Der nach dem Vorigen für die Brechungsexponenten γ und β erhaltene Werth war 4,548 für Na -Licht.

Das specifische Gewicht, gemessen mittelst der Westphal'schen Wage unter Anwendung von Methylenjodid, betrug für die Krystalle der Flasche I 2,585 und für diejenigen der Flasche II 2,604.

Wie schon anfangs erwähnt, giebt Pisani für die Substanz die Zusammensetzung $3BaSiO_3 + 2H_2O$ an, und Le Chatelier die Zusammensetzung $BaSiO_3 + 7H_2O$. Die Analysen von Pisani stimmen indessen ziemlich gut mit den für die Zusammensetzung $BaSiO_3 \cdot 6H_2O$ berechneten Werthen, zu welcher auch meine Analysen führen.

Die Analyse I bezieht sich auf die Krystalle der Flasche I, die Analysen IIa und IIb auf die der Flasche II, die Analysen IIIa und IIIb sind die von Pisani und die Analysen IV die von Le Chatelier.

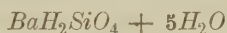
Sub- stanz- menge:	I.	IIa.	IIb.	IIIa.	IIIb.	IV.	Berechnet für	
	mmg	mmg	mmg	mmg	mmg		$BaO \cdot SiO_2 \cdot 7H_2O$	$BaO \cdot SiO_2 \cdot 6H_2O$
BaO }	46,79	46,70	45,84	47,3	46,83	45,5	45,4	47,58
SrO }			0,24	—	—	—	—	—
CaO	Spur	0,45	0,45	—	—	—	—	—
FeO	1,20	—	—	—	MnO 4,7	—	—	—
K_2O }	Spur	Spur	0,38	—	—	—	—	—
Na_2O }			0,52	—	—	—	—	—
SiO_2	18,84	19,00	19,15	18,4	18,66	18,2	17,8	18,75
H_2O	33,64	33,80	33,68	33,7	33,33	35,3	37,1	33,67
Sa.	100,33	99,95	100,20	99,0	100,52	99,0	100,0	100,00

1) Der Unterschied kann jedoch auf Verschiedenheit der Gläser beruhen.

2) Die übrigen optischen Eigenschaften sind an den Krystallen I bestimmt worden.

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, sind die für BaO ermittelten Werthe durchweg niedriger als die für $BaSiO_3 \cdot 6H_2O$ berechneten, und die Werthe für SiO_2 ein wenig zu hoch. Die Zahlen für H_2O (ausser IV) stimmen mit der für $6H_2O$ berechneten Zahl gut überein und sprechen durchaus gegen die von Le Chatelier angegebene Formel. Indessen sind die von mir untersuchten Krystalle kein ganz reines Baryumsilicat, sondern enthalten, wie aus den Analysen hervorgeht, kleine Mengen anderer Basen, und sind meiner Ansicht nach die zu niedrig gefundenen Werthe für BaO hierauf zurückzuführen; ebenso wird der Werth für SiO_2 ein wenig höher als der für reines Baryumsilicat berechnete, wenn das Baryum theilweise durch Basen mit niedrigerem Atomgewichte ersetzt wird.

Die angegebenen Wassermengen sind die durch directen Glühverlust ermittelten. Wie schon Pisani hervorhebt, verlieren die Krystalle schon in trockener Luft Wasser und werden matt, und ein grosser Theil des Krystallwassers entweicht schon unter 100^0 . Bei der Analyse IIa wurde die Substanz nach Intervallen von 10^0 — 20^0 gewogen und die Temperatur nur allmählich erhöht. Schon unter 80^0 betrug der Wasserverlust 56,9 mmg (75,6 % der berechneten Wassermenge); bei 150^0 trat Gewichtsconstanz ein nach einer Gesamt-abgabe von 60,8 mmg (82,3 % oder annähernd $\frac{5}{6}$ der berechneten Wassermenge). Das Gewicht blieb jetzt auch nach längerem Erhitzen auf 180^0 constant. Der Rest des Wassers, 13,4 mmg oder $\frac{1}{6}$ der totalen Wassermenge, wurde erst bei schwachem Glühen über der Bunsenflamme ausgetrieben. Fasst man diese Wassermenge als Constitutionswasser auf, so wäre die empirische Formel der Substanz:



und es läge hier somit ein dem Dioptas CaH_2SiO_4 analog zusammengesetztes Baryumorthosilicat vor.

Die Krystalle behalten ihre Form auch nach dem Entweichen der letzten Wassermolekel vollkommen bei; sie sind porzellanweiss und sehr hygroskopisch. Pisani giebt an, dass sie zu einem weissen Email schmelzen; mir ist es nicht gelungen, sie bei starkem Gebläsefeuer zum Schmelzen zu bringen. Die wasserfreien Krystalle verlieren ganz ebenso wie die wasserhaltigen beim Kochen mit Wasser einen Theil ihres Baryums¹⁾. Beim Eindunsten mit verdünnter Salzsäure geht der ganze Gehalt an Baryum in Lösung und die Kieselsäure bleibt zum allergrössten Theile ungelöst zurück, merkwürdiger Weise meistens die ursprüngliche Form der Krystalle beibehaltend.

Die Lösung in der Flasche II enthielt auf 100 ccm 2 mmg SiO_2 und 1428 mmg BaO , entsprechend 22,67 mmg $BaH_2SiO_4 + 5H_2O$ (16,3 mmg $BaSiO_3$) und 1583,6 mmg $Ba(OH)_2$. Die Löslichkeit des Baryumsilicats in einer 1,58 % Baryumhydratlösung wäre hiernach 1 : 4409. Das Flaschenglas wird demnach von Baryumhydratlösungen bei Zimmertemperatur ziemlich stark angegriffen, was möglicherweise bei manchen analytischen Operationen, besonders bei solchen, die eine längere Zeit dauern, zu beachten ist.

Wie schon anfangs erwähnt, ist es Le Chatelier gelungen, die Substanz durch Suspendiren von amorpher Kieselsäure in verdünnter Baryumhydratlösung zu erhalten. Ich habe den Versuch wiederholt und dabei ganz kleine, ca. 1 mm lange Krystallnadelchen erhalten, die eine der Längsrichtung parallele Auslösung und das spezifische Gewicht 2,586 hatten. Bei dieser Methode bäckt sich aber

1) Näheres hierüber in der Abhandlung von Le Chatelier.

die Kieselsäure am Boden des Gefässes zu einer harten Kruste zusammen, und die Baryumsilicatkrystalle bilden sich auf dieser, es ist deshalb schwer, die Substanz in einiger Menge rein zu erhalten. Bei einem anderen Versuche wurde die Kieselsäure sehr fein zerrieben, in Wasser aufgeschlämmt in kleinen Portionen der Baryumhydratlösung zugegeben und das Ganze bei einer Temperatur von plus einigen Graden stehen gelassen. Hierbei bildeten sich einige ein Paar Centimeter grosse fächerförmige Krystallaggregate, welche aus von dem Prisma und dem Brachypinakoid begrenzten leistenförmigen Einzelindividuen bestanden. Der Winkel zwischen dem Prisma und dem Brachypinakoid wurde zu $67^{\circ} 44\frac{1}{2}'$ gemessen, für die Krystalle der Flasche I zu $66^{\circ} 49'$. Die Krystalle scheinen sich schneller zu bilden bei niedriger Temperatur, doch ist eine Temperatur von unter $+10^{\circ}$ C. für die Entstehung derselben, wie es Saussure angiebt, keineswegs nöthig.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, ist dieses wasserhaltige Baryumsilicat den Mineralien der Zeolithgruppe sowohl der Zusammensetzung wie dem chemischen Verhalten nach sehr ähnlich. Auch die Entstehung desselben ist der Bildung gewisser Zeolithe¹⁾ in der Natur analog.

Schliesslich möchte ich dem Vorsteher des mineralogischen Instituts der Universität, Prof. W. Ramsay, unter dessen Leitung die vorliegende Untersuchung gemacht worden ist, sowie dem Assistenten Mag. L. Borgström meinen Dank aussprechen für die Unterstützung und das Interesse, die mir während der Arbeit zu Theil geworden sind.

7. C. Schmidt (in Basel): Ueber einen zweiten Scheelitkrystall aus dem Maderanerthal in der Schweiz.

Ueber den ersten Fund von Scheelit im Maderanerthal habe ich in dieser Zeitschr. 1895, 24, 137 berichtet. Einen zweiten Krystall erhielt ich im Herbst 1901 durch Herrn R. Faesch in Basel. Der Fundort ist der gleiche, wie derjenige des ersten Krystalles, nämlich Nordgrat des Mutsch im Etlzlithal, bei Punkt 2442 der Karte 1:50000 (Blatt 407 des eidgen. topogr. Atlases).

Der lose, farblose, durchsichtige Krystall war mit einer Pyramidenfläche aufgewachsen, und an dem einen Ende ist die Basis angespalten. In der Richtung der *c*-Axe misst der Krystall 3,5 cm, sein Gewicht beträgt 33,87 g. — Spaltrisse nach {111} und nach {001} sind deutlich sichtbar.

Die herrschende Form ist in charakteristischer Weise wie bei dem 1894 gefundenen Krystalle und wie bei denjenigen von der Rothlaur bei Guttannen (Haslithal) die Pyramide erster Stellung {111}. Die Polkanten der Pyramide sind durch {101} abgestumpft und einmal tritt über {101} die Fläche {102} auf. An einer Mittelkanten-Ecke finden sich über einander zwei kleine Flächen der Pyramide dritter Stellung {131}.

Zur Identificirung der Formen wurden folgende Winkel gemessen:

{111} : {111}	=	$49^{\circ} 28'$	*	$49^{\circ} 27'$
{111} : {101}		39 58	(ber. 39 58)	
{101} : {011}		$72 40\frac{1}{2}$	(ber. $72 40\frac{1}{2}$)	
{101} : {102}		19 20	(ber. 19 25)	
{111} : {131}		28 21	(ber. 28 21)	

1) Lacroix, Compt. rend. 1896, 123, 764; Ref. diese Zeitschr. 29, 414. Ha-
bert, diese Zeitschr. 28, 260.

Wie aus dieser Tabelle sich ergibt, stimmen die genau messbaren Winkel mit den aus dem Axenverhältnisse $1:1,5356$ (Dauber) berechneten Werthen vollständig überein. Die Fläche $\{102\}$ gab keine guten Reflexe.

Nach H. Traube¹⁾ soll der Polkantenwinkel von $\{101\}$ bei den reinen molybdänfreien Scheeliten im Mittel $72^{\circ} 36\frac{1}{2}'$ betragen und nicht $72^{\circ} 40\frac{1}{2}'$, so dass das Dauber'sche Axenverhältniss nur für molybdänreiche Scheelite gelten würde. Da die qualitative Prüfung des vorliegenden Scheelites auf Gehalt an Molybdän ein negatives Resultat ergab, analysirte Dr. Hinden im mineralogischen Institute 1 g des Krystalles nach der von H. Traube angegebenen Methode und fand:

<i>CaO</i>	49,45
<i>MoO₃</i>	0,49
<i>WO₃</i>	79,53
	<hr/> 99,47

was einer Mischung von 99,32 % $CaWO_4$ mit 0,68 % $CaMoO_4$ entspricht. Hiermit ist erwiesen, dass nicht alle Scheelite von äusserst geringem Gehalte an Molybdän in ihren Winkeln dem von H. Traube angenommenen Axenverhältnisse $1:1,5345$ statt dem von Dauber aufgestellten $1:1,5356$ entsprechen.

Nachträglich habe ich nun auch die Winkel des oben erwähnten, im Jahre 1894 gefundenen Krystalles gemessen und nun hier für den Polkantenwinkel und den Seitenkantenwinkel von $\{111\}$ Werthe gefunden, die mit den von Traube aus dem Axenverhältnisse $1:1,5345$ berechneten gut übereinstimmen:

Polkantenwinkel von $\{111\}$	$= 79^{\circ} 53'$ ($79^{\circ} 53'$ Traube),
Seitenkantenwinkel von $\{111\}$	$= 49\ 36$ ($49\ 34$ -).

Das specifische Gewicht der beiden Scheelitkrystalle wurde zu 6,05 und zu 6,10 bestimmt, was damit übereinstimmt, dass die molybdänfreien Scheelite erfahrungsgemäss die specifisch schwersten sind.

Die Untersuchung der beiden Scheelitkrystalle aus dem Maderanerthal hat somit gezeigt, dass die an den Scheeliten zu constatirenden Schwankungen der Winkelwerthe nicht in gesetzmässiger Beziehung stehen zum Molybdängehalte der Scheelite.

1) H. Traube, Ueber den Molybdängehalt des Scheelits und die Trennung von der Wolframsäure von der Molybdänsäure. Neues Jahrb. f. Min. etc. 1891, Beil.-Bd. 7, 222. Diese Zeitschr. 21, 462.

X. Auszüge.

1. A. Mc Aulay (in Hobart, Tasmanien): **Notizen über die Lichttheorie. I. Geometrische Eigenschaften der Wellenflächen. II. Reflexion und Brechung an der Grenze von Krystallen, behandelt nach einem Theorem von Sir W. Roman Hamilton** (Phil. Mag. 1900 (5), 49, 228—242).

Die beiden Notizen sind in der Sprache der Quaternionen geschrieben und benutzen vielfach die in Deutschland wenig gebräuchlichen Rechnungen mit symbolischen Operatoren. Auch sind die Bezeichnungen, die bei dem grossen Bedarf an Buchstaben in der Maxwell'schen Theorie von erheblicher Wichtigkeit sind, in der Heaviside'schen Weise gebraucht, die bei uns auch kaum benutzt wird. Vier gerichtete Grössen treten bekanntlich in der Maxwell'schen Theorie der Elektrizität und der elektromagnetischen Lichttheorie auf:

- 1) Die elektrische Verschiebung (nach Hertz bezeichnet mit $\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}$, nach dem Verfasser mit D);
- 2) die elektrische Kraft (nach Hertz bezeichnet mit X, Y, Z , nach dem Verfasser mit \mathcal{E});
- 3) die magnetische Verschiebung (nach Hertz $\mathfrak{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N}$, nach dem Verfasser B);
- 4) die magnetische Kraft (nach Hertz L, M, N , nach dem Verfasser H).

Die erste Notiz behandelt die allgemeine Wellenfläche, aus der die Fresnel'sche Wellenfläche bekanntlich als specieller Fall nur dann sich ergibt, wenn man die magnetischen Permeabilitäten nach verschiedenen Richtungen hin als gleich ansetzt. Im allgemeinen Falle, in dem in Krystallen auch die magnetischen Permeabilitäten, nicht blos die Dielektricitätsconstanten, nach verschiedenen Richtungen verschieden angenommen werden, resultirt bekanntlich eine Wellenfläche, welche die Fresnel'sche als speciellen Fall umfasst. Diese allgemeinere Wellenfläche lässt sich nun geometrisch in ähnlicher Weise aus anderen Flächen ableiten, wie die Fresnel'sche Wellenfläche aus dem Elasticitätsellipsoid. Trägt man nämlich von einem Punkte O des Krystalles aus nach allen Richtungen Strecken ab, welche den elektrischen Verschiebungen $\mathfrak{X}, \mathfrak{Y}, \mathfrak{Z}$ proportional sind, so erhält man als Verbindung von deren Endpunkten ein erstes Ellipsoid, von dem Verfasser das »D-oid« genannt. Trägt man ebenso von O aus die elektrischen Kräfte X, Y, Z ab, so erhält man ein zweites Ellipsoid, das »E-oid«. Die beiden Ellipsoide sind zu einander reciprok polar. Ebenso geben die magnetischen Verschiebungen $\mathfrak{L}, \mathfrak{M}, \mathfrak{N}$ ein drittes Ellipsoid um O , das »B-oid«, und

die magnetischen Kräfte L, M, N ein viertes, das »H-oid«, das wieder dem B-oid reciprok polar ist.

Ausser diesen Ellipsoiden kommt in Betracht die Wellenfläche ϱ , welche definiert ist als die Verbindung der Endpunkte aller Linien um O , deren Länge der Strahlengeschwindigkeit in der betreffenden Richtung proportional ist. Die entsprechende Fläche mit reciproken Werthen der Radienvectoren wird die Indexfläche σ genannt.

Der Verfasser zeigt nun, dass die Richtung der elektrischen Kraft (X, Y, Z) und der zugehörigen magnetischen Kraft (L, M, N) in Bezug auf das E-oid und das H-oid einander conjugirt sind. Daraus folgt, dass, wenn das E-oid und das H-oid gegeben sind, alle Grössen, die sich auf eine elektrische Kraft beziehen, sich aus einander ableiten lassen. Denn ist eine elektrische Kraft ε gegeben, so muss die zugehörige magnetische Kraft in der zu ε conjugirten Ebene sowohl des D-oids, wie des H-oids liegen; ihre Richtung ist damit bestimmt. Da die elektrische Verschiebung, die zu der elektrischen Kraft ε gehört, der entsprechende Radiusvector des reciproken Ellipsoids ist und dasselbe für die magnetische Verschiebung in Bezug auf die magnetische Kraft gilt, so sind damit die Richtungen und Grössen aller vier Radienvectoren bekannt. Die Strahlengeschwindigkeit q und die Richtung des Strahles folgt aber aus der elektrischen und magnetischen Kraft nach dem Poynting'schen Satze, die Geschwindigkeit der Wellennormale folgt in entsprechender Weise aus der elektrischen und magnetischen Verschiebung. Somit ist nur die Kenntniss des E-oids und H-oids nöthig, um Lage und Richtung aller in Betracht kommender Vektoren zu kennen, die zu einer gegebenen elektrischen Kraft (oder auch Verschiebung u. s. w.) gehören.

Umgekehrt, wenn die Richtung des Strahles q gegeben ist, so ist damit die auf dieser senkrechte Ebene der elektrischen und der magnetischen Kraft bestimmt. Diese schneidet sowohl das E-oid wie das H-oid in Ellipsen. Die gemeinschaftlichen conjugirten Durchmesser derselben sind die Richtungen von XYZ und LMN . Zu einem bestimmten Durchmesserpaare gehören vier mögliche Werthe der Strahlgeschwindigkeit, von denen je zwei sich nur durch das Vorzeichen unterscheiden. Die Wellenfläche bildet also auch hier eine zweischalige Fläche um den Punkt O herum.

In der zweiten Note behandelt der Verfasser das Problem, die relative Intensität der gebrochenen und reflectirten Strahlen zu finden, wenn der einfallende Strahl gegeben ist. Dabei nimmt er den allgemeinsten Fall an, dass beide aneinander grenzende Medien krystallinisch sind, so dass man es mit einem einfallenden, zwei reflectirten und zwei gebrochenen Strahlen zu thun hat. Die Bedingungen, denen diese fünf Strahlen zu genügen haben, lassen sich in einen eleganten, von Hamilton herrührenden Satz zusammenfassen. Wenn die magnetische Kraft in diesen fünf Strahlen, am Auffallspunkte O genommen, mit

$$H, H_1', H_2', H_1'', H_2''$$

bezeichnet wird, und wenn die Strahlgeschwindigkeiten für die Strahlen $q_1, q_1', q_2, q_1'', q_2''$ sind, so kann man an den fünf Punkten, deren Vektoren von O aus genommen eben diese q sind (die Richtungen der Strahlen werden als bekannt vorausgesetzt), die mechanischen Kräfte $H, -H_1', -H_2', H_1'', H_2''$ angreifen lassen. Dann lautet der Hamilton'sche Satz, dass diese Kräfte zusammen keine Translation hervorbringen, also sich auf ein Kräftepaar reduciren

und dass dieses parallel der Grenzfläche ist, also nur um eine senkrecht zur Grenzfläche stehende Axe Drehung hervorbringen kann.

Aus diesen Bedingungen erhält man für polarisirtes Licht, sowohl wenn es in der Einfallsebene, wie wenn es senkrecht zu ihr polarisirt ist, in einfachster Weise die Formeln der elektromagnetischen Lichttheorie für die magnetische Kraft in den reflectirten und gebrochenen Strahlen, wenn die in dem einfallenden Strahl bekannt ist. Der Verfasser giebt diese Formeln, die bekannten Fresnel'schen, zunächst für den Fall zweier nichtkrystallinischen Medien und zeigt dann, dass für die fünf Strahlen, die an der Grenze zweier Krystalle im Allgemeinen auftreten, auch die zwar complicirteren, aber schon bekannten Werthe sich ergeben. Dabei ist übrigens ausdrücklich zu bemerken, dass das Theorem von Hamilton sowohl, wie seine Anwendung nur gelten für den Fall, dass die beiden Medien zwar elektrisch krystallinisch, magnetisch aber isotrop sind, oder mit anderen Worten, dass die Fresnel'sche Wellenfläche als streng angenommen wird, was ja mit den Thatsachen bisher noch in genügender Weise übereinstimmt.

Ref.: L. Graetz.

2. L. T. More (in Nebraska): Ueber die Coincidenz gebrochener Lichtstrahlen in krystallisirten Medien (Phil. Mag. 1900 (5), 49, 262).

Die beiden Strahlen, welche aus einem auf einen Krystall auffallenden Strahle sich bilden, brauchen nicht im Krystalle getrennt zu verlaufen, sondern können in derselben Richtung gehen. Man kann leicht die Bedingung finden, unter welcher die gebrochenen Strahlen der Richtung nach zusammenfallen. Zu dem Zwecke zieht man in der Fresnel'schen Wellenfläche durch den Mittelpunkt eine gerade Linie, welche beide Schalen der Fläche schneidet. Dies sei der zweifache Strahl. Die zugehörigen Wellenebenen findet man, indem man an die beiden Schalen der Flächen im Schnittpunkte je eine Tangentialebene legt. Diese beiden Ebenen schneiden sich in einer geraden Linie. Verbindet man diese Linie mit dem Mittelpunkt der Wellenfläche, so hat man die nothwendige Grenzebene des Krystalles. Um die Richtung des zugehörigen einfallenden Strahles zu zeichnen, braucht man blos mit dem Radius, der der Geschwindigkeit im ersten Medium entspricht, eine Kugel um die Wellenfläche zu schlagen und die durch die oben bezeichnete Schnittpunkte gehende Tangentialebene dieser Kugel zu construiren. Die Richtung des Radiusvector nach dem Berührungspunkte hin giebt die Richtung des einfallenden Strahles, zu welchem bei der gefundenen Grenzebene der Doppelstrahl als gebrochener gehört. Macht man diese Construction für alle möglichen Richtungen des Doppelstrahles, so erhält man alle möglichen Schnittlinien und als Enveloppe derselben eine Fläche. Von dieser hat bereits Brace (Wiedemann's Ann. 26, 576) die Gleichung gegeben und gezeigt, dass sie vom achten Grade ist. Der Verfasser giebt Zeichnungen von den Schnittfiguren dieser Fläche mit den drei Hauptebenen eines zweiaxigen Krystalles und für eine die optische Axe enthaltende Ebene eines einaxigen positiven und negativen Krystalles.

Eine Linie durch den Mittelpunkt der Wellenfläche gezogen schneidet jede solche Schnittfigur im Allgemeinen in vier Punkten. Da diese Linie den Durchschnitt der zugehörigen Krystallfläche mit der betreffenden Coordinatenebene bestimmt, so giebt es für jede solche Krystallebene im Allgemeinen drei Richtungen, für die ein Doppelstrahl existirt. Aber nicht alle Krystallebenen, als Grenzflächen betrachtet, sind fähig, für irgend einen einfallenden Strahl drei mögliche Doppelstrahlen zu liefern. Es können auch zwei, einer oder gar kein solcher auftreten.

So ergibt sich, dass beim Kalkspath die Axe der grössten Elasticität mit der Normale der Einfallsebene mindestens einen Winkel von $69^{\circ} 32' 30''$ bilden muss. Bei einem solchen Winkel von 77° giebt es drei reelle Doppelstrahlen, nämlich für einfallende Strahlen mit den Winkeln $\mathcal{I}_1 = 80^{\circ} 43'$, $\mathcal{I}_2 = 26^{\circ} 33'$, $\mathcal{I}_3 = 82^{\circ} 53'$. In vielen Fällen ist die Existenz der Doppelstrahlen daran gebunden, dass das umgebende Medium mindestens einen bestimmten Brechungs-exponenten besitzt.

Für Aragonit muss, wenn die Umgebung CS_2 ist, der Winkel α zwischen der Axe der grössten Elasticität und der Normale der Einfallsebene mindestens $81^{\circ} 4' 47''$ sein. Bei 86° ist für den Einfallswinkel $\mathcal{I} = 7^{\circ} 42' 30''$ ein Doppelstrahl vorhanden. Ist das umgebende Medium α - oder β -Monobromnaphthalin, so giebt es sogar drei reelle Doppelstrahlen, in letzterem Falle z. B. bei $\mathcal{I}_1 = 79^{\circ} 33' 28''$, $\mathcal{I}_2 = 30^{\circ} 47' 40''$, $\mathcal{I}_3 = -83^{\circ} 44' 20''$.

Ref.: L. Graetz.

3. E. Hussak (in S. Paulo, Brasilien) und **G. T. Prior** (in London): **Ueber Florencit, ein neues wasserhaltiges Phosphat von Aluminium und Cererden aus Brasilien** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1900, 12, No. 57, 244—248; read Nov. 14th, 1899).

Das Mineral wurde zuerst als Seltenheit in den Zinnober-führenden Sanden von Tripuhy bei Ouro Preto in Minas Geraës gefunden, bis 5 mm grosse Krystalle mit Monazit, Xenotim, Lewisit und Derbyolith (Hussak, Min. Mag. Lond. 1896—97, 11, 80, 176; ref. in dieser Zeitschr. 28, 212 und 31, 185). Löthrohrversuche von Florence erwiesen es als ein Phosphat von Cererden, während Krystallmessungen und optische Beobachtungen eine Beziehung zu Hidden und Penfield's Hamlinit (Am. Journ. Sc. 1890, 39, 511 und 1897, 4, 313; in dieser Zeitschr. 20, 445 und 28, 588) vermuthen liessen. Reichlicheres Material (auch zu den unten mitgetheilten Analysen verwerthet) wurde dann in einer Probe Diamant-führenden Sandes von »Matta dos Creoulos« am Rio Jequitinhonha (im Original Druckfehler Tequetinhonha) bei Diamantina in Minas Geraës gefunden. Messungen und optischer Befund der spitzrhomboëdrischen Krystalle ergaben völlige Uebereinstimmung mit dem Vorkommen von Tripuhy. Drittens reichlich als mikroskopischer accessorischer Gemengtheil der röthlichen Glimmerschiefer vom Morro do Caixambú, dem Fundpunkte gelber Topase (in Quarzlinen der Schiefer mit Kaolin und Hämatit) bei Ouro Petro und Tripuhy; die mikroskopischen rhomboëdrischen und optisch einaxigen Krystalle enthielten Phosphorsäure und Cererden, so dass an ihrer Identität mit dem Mineral von Tripuhy und der Matta dos Creoulos kaum zu zweifeln ist.

Rhomboëdrisch (ditrigonal-skalenoëdrisch); $a : c = 1 : 1,1901$ (Hamlinit 1,1353). Herrschend $f\{02\bar{1}\} - 2R$ mit $c\{0004\}0R$, selten $r\{40\bar{1}1\}R$, sehr selten $m\{40\bar{1}0\}\infty R$ und ein stumpfes positives Rhomboëder, wahrscheinlich $(40\bar{1}2) + \frac{1}{3}R$. Fundamentalwinkel $r : r = (10\bar{1}1) : (\bar{1}101) = 88^{\circ} 56'$ (Hamlinit $87^{\circ} 2'$), woraus $f : f = (02\bar{2}1) : (\bar{2}021) = 108^{\circ} 26'$ (ebenso gemessen; Hamlinit $108^{\circ} 2'$) und $r : f = (10\bar{1}1) : (02\bar{2}1) = 54^{\circ} 43'$ (gemessen zweimal ebenso mit sehr guten Bildern, sowie zu $44'$, $44'$, $48'$ und $20'$; Hamlinit $54^{\circ} 4'$). Die Rhomboëderflächen im Allgemeinen glänzend, die Basis rau und sehr gekrümmt.

Spaltbar basisch, ziemlich vollkommen. Bruch splitterig bis halbmuschelig. Härte etwa 5, Dichte 3,586 bei $17^{\circ}C$. Fett- bis harzglänzend. Reine Farbe blassgelb, doch die Krystalle oft schwarz gefleckt durch eingeschlossene Turma-

linnadeln, oder roth durch Eisenoxyd. Durchsichtig. Doppelbrechung nicht sehr stark, positiv.

Chemische Prüfung von Prior. Unschmelzbar. Gibt im geschlossenen Röhrchen saures Wasser, mit Anzeichen von Aetzung am Glase. Das Wasser wird schwer ausgetrieben, nichts bis 130° , sehr wenig (von 0,2043 g nur 0,5 mg) nach anderthalbstündigem Erhitzen auf 240° C. In Salzsäure nur theilweise löslich, auch bei langem Digeriren. Qualitativ nachweisbar Phosphorsäure, Cererden, Thonerde, Wasser und etwas zweifelhaft Fluor; keine Beryllerde, Yttererden, Thorerde, Zirkonerde. Bei den quantitativen Analysen wurde zwar der in Salzsäure lösliche und unlösliche Antheil getrennt behandelt, doch erschienen beide thatsächlich identisch. In der Lösung wurden die Cererden durch Oxalsäure gefällt, die Thonerde und theilweise die Phosphorsäure im Filtrate durch Ammoniak, die übrige Phosphorsäure durch Magnesiamischung; weil aber so keine vollkommenen Trennungen erreichbar, wurde jeder Niederschlag für sich behandelt und die Phosphorsäure mit der Molybdatmethode bestimmt. Der unlösliche Antheil wurde mit Natriumcarbonat geschmolzen, die Lösung der Schmelze in Wasser und der Rest getrennt wie die ursprüngliche Lösung behandelt, und in allen Niederschlägen die Phosphorsäure schliesslich mit der Molybdatmethode behandelt. Das Wasser wurde in besonderer Portion durch Glühen mit Kalk nach Penfield's Methode (in dieser Zeitschr. **28**, 590; Am. Journ. Sc. 1897, **4**, 314) bestimmt zu 10,87 %, ohne Anwendung von Kalk der Glühverlust zu 11,50 %. Aus den Analysen:

	I.	II.	Mittel:	Mol.:
Al_2O_3	32,05	32,52	32,28	0,316
Cererden	28,20	27,80	28,00	0,080
Fe_2O_3	0,76	—	0,76	—
CaO	1,31	—	1,31	—
SiO_2	0,48	—	0,48	—
P_2O_5	25,08	26,04	25,56	0,181
H_2O	vergl. oben		10,87	0,604
F	unbestimmt		—	—
			99,26	

folgt die Formel $3Al_2O_3.Ce_2O_3.2P_2O_5.6H_2O$ oder $AlPO_4.CePO_4.Al_2(OH)_6$. Das Molekulargewicht der Cererden wurde zu 352 (zwei Bestimmungen 352,2 und 352,7) gefunden, also ungewöhnlich hoch; nach dem Absorptionsspectrum wäre Didym nur in geringer Menge dabei. Im Vergleiche zum Hamlinit erscheinen die Cererden als Vertreter von Strontian und Baryt. Die Isomorphie von (künstlichen) Cersalzen mit den entsprechenden von Calcium und Strontium war schon von Wyruboff (Bull. soc. min. Paris 1896, **19**, 281; in dieser Zeitschr. **29**, 667) und Cossa (Compt. rend. 1884, **98**, 990; in dieser Zeitschr. **11**, 192) gezeigt und daraus auf die Zweiwerthigkeit der Cermetalle geschlossen worden.

Ref.: C. Hintze.

4. G. T. Prior (in London): **Hamlinit, Florencit, Plumbogummit (Hitchcockit), Beudantit und Svanbergit als Glieder einer natürlichen Mineralgruppe** (Min. Magaz. und Journ. of the Min. Soc. London 1900, **12**, No. 57, 249—254; read April 3rd, 1900).

Der Verf. warnt vor einer Ueberschätzung der Genauigkeit der Analysen und vor der Gefahr, einfachere Formeln unnöthig zu verwerfen zu Gunsten com-

plicirter, die besser mit den Analysenzahlen übereinstimmen, so dass dadurch Beziehungen analoger Species verschleiert werden können.

Der Verf. meint, dass wirklich reiner Plumbogummit eine der des Hamlinit analoge Zusammensetzung habe, nämlich $2PbO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 7H_2O$, dass aber ganz reines Material in keinem der bekannten faserigen Aggregate vorliege, am Nächsten noch im Hitchcockit von Roughten Gill nach Hartley's Analyse in dieser Zeitschr. **34**, 117:

	Hartley gef.:	Prior ber.:
PbO	37,03	38,34
Al_2O_3	28,74	26,37
P_2O_5	18,64	24,44
CO_2	3,12	—
H_2O	12,73	10,85
Summe	100,26	100,00

Der Plumbogummit ist nach Bertrand optisch einaxig positiv, auch die Hitchcockitfasern sind positiv, quer zur Längsrichtung vom Quarzkeil compensirt. Da die blässere Varietät von Hartley's Plumbogummit von Huelgoat (vgl. diese Zeitschr. **34**, 118) längs den Fasern von Quarz compensirt wird, so besteht diese wohl grossentheils aus dem optisch negativen Pyromorphit.

Für den Beudantit zieht der Verf. Hartley's (vgl. diese Zeitschr. **34**, 127) Formel die der Analyse besser entsprechende $2PbO \cdot 3Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 2SO_3 \cdot 6H_2O$ vor, schreibbar als $PbSO_4 \cdot FePO_4 \cdot Fe_2(OH)_6$, entsprechend dem Hamlinit als $SrHPO_4 \cdot AlPO_4 \cdot Al_2(OH)_6$

Beudantit	Hartley gef.:	ber.:	Prior ber.:
PbO	32,33	36,10	33,37
CuO	1,35	—	—
Fe_2O_3	34,61	34,51	35,93
SO_3	12,72	12,97	11,99
P_2O_5	9,35	7,67	10,63
H_2O	8,45	8,75	8,08
Summe	98,81	100,00	100,00

Eine chemische Prüfung des Svanbergits von Westanå erwies, dass die nach der Trennung von Phosphorsäure und Thonerde mit Ammoniumcarbonat gefällten und dann in Nitrat übergeführten alkalischen Erden beinahe ganz aus Strontian und nicht aus Kalk bestanden, wie Blomstrand's (Öfv. Akad. Stockh. 1868, **25**, 204) Analyse angab. Letztere entspricht bei dieser Vertauschung ziemlich genau der Formel $2SrO \cdot 3Al_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 2SO_3 \cdot 6H_2O$.

Hamlinit	$2SrO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 7H_2O$	$rr = 87^0 \quad 2' \quad c = 1,1353$
Svanbergit	$2SrO \cdot 3Al_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 2SO_3 \cdot 6H_2O$	89 25 1,2063
Plumbogummit	$2PbO \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 7H_2O$? ?
Beudantit	$2PbO \cdot 3Fe_2O_3 \cdot P_2O_5 \cdot 2SO_3 \cdot 6H_2O$	88 42 1,1842
Florencit	$Ce_2O_3 \cdot 3Al_2O_3 \cdot 2P_2O_5 \cdot 6H_2O$	88 56 1,1901

Die Vertretung von P_2O_5 durch $2SO_3$ wird verglichen mit der von $3Ce_2S$ durch $6FeS$ in den Fahlerzen (in dieser Zeitschr. **34**, 94). Bei der Schreibweise des Hamlinit als Orthophosphat (vgl. oben) erscheint die Gruppe $SrHPO_4$ ersetzt im Beudantit durch $PbSO_4$, im Svanbergit durch $SrSO_4$, im Florencit durch $CePO_4$.

Ref.: C. Hintze.

5. H. L. Bowman (in Oxford): **Mittheilungen aus dem Oxford Mineralogischen Laboratorium** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1900, 12, No. 58, 349—362; read June 20th 1899, Feb. 1st 1898, June 19th 1900).

1. Ueber einen rhombischen Pyroxen aus Südafrika. Schöne grüne »Steine« aus den Diamantwäschen, vollkommen durchsichtig, durch die Spaltbarkeit nach einem Prisma von $88^{\circ} 0'$ von ähnlichem Olivin unterscheidbar; Härte 6—7, Dichte 3,199. Die meist unregelmässigen Bruchstücke von 6—8 mm Durchmesser sind theilweise von frischen Spaltungsflächen {110} begrenzt, zuweilen auch weniger vollkommenen von {100} und {010}. Ein Stück zeigte plattige Structur resp. Absonderung »wie von Zwillingbildung nach $b\{010\}$ « [gemeint ist wohl Gleitflächencharakter]. An einigen Spaltungsprismen war eine feine Querknickung zu beobachten, so dass die Spaltungsflächen beider Theile etwa $2^{\circ} 10'$ mit einander bildeten ($2^{\circ} 4' - 2^{\circ} 16'$, im Mittel von 6 Messungen $2^{\circ} 9\frac{1}{2}'$), die Flächen {010} $3^{\circ} 6'$, die Flächen {100} zusammenfallend; also vielleicht Zwillingbildung etwa nach {0.1.21}. Die Ebene der optischen Axen {010}, parallel der kurzen Diagonale des Spaltungsprismas; die erste Mittellinie die Verticale, positiv; Doppelbrechung ziemlich schwach. An zwei Platten nach {001} und {100} in Olivenöl von $n_{Na} = 1,4707$ für Na-Licht $2H_a = 88^{\circ} 34'$ und $2H_o = 135^{\circ} 24'$, woraus $2V = 74^{\circ} 5'$ und $\beta = 1,705$; um die erste Mittellinie $\rho > v$. An einem von {100} symmetrisch getheilten Prisma parallel der Verticale für Na-Licht $\beta = 1,669$ und $\gamma = 1,675$. Pleochroismus schwach: a blassgelb, b blassgrün, c blass gelblichgrün. Approximative Analyse:

SiO_2	56,0
FeO	5,0
MnO	0,5
Al_2O_3	2,5
Cr_2O_3	0,6
MgO	36,5
Summe	101,1

Die Steine stammen aus verschiedenen Quellen, einige angeblich aus Griqualand West. Im Museum für praktische Geologie fanden sich zwei Proben von der Kimberley-Mine und von Du Toit's Pan, welche ganz ähnliche grüne Bruchstücke enthalten, zusammen mit rothem Granat, Quarz und etwas Pyrit. Durchsichtige rhombische Pyroxene wurden aus Südafrika schon beschrieben von Maskelyne und Flight (Quart. Journ. Geol. Soc. 1874, 30, 406), Maskelyne (in dieser Zeitschr. 6, 644), Friedel (4, 422) und Knop (20, 299).

2. Ueber eine Methode, um die Veränderlichkeit der Wärmeleitung von Krystallen in verschiedenen Richtungen zu zeigen. Bewährt an Gyps und Kupfervitriol, aber wohl auch sonst anwendbar bei krystallwasserhaltigen Substanzen. Ein ($\frac{3}{16}$ Zoll) starker Messingdraht wird am einen Ende conisch zugefeilt, mit diesem auf die Krystallfläche vertical aufgesetzt und mit einem Bunsenbrenner 1—2 Zoll vom Ende entfernt erwärmt, wodurch Verwitterungsfiguren entstehen, welche die Wärmeleitungscurven darstellen. Auf der Spaltungsfläche von Gyps erhielt der Verf. Ellipsen mit dem Axenverhältnisse 1,09 bis 1,18, im Mittel von sechs Messungen 1,129, mit der Senarmontschen Wachsmethode im Mittel von acht Ellipsen 1,151. Die Figuren auf {010} sind gewöhnlich von drei radialen Rissen durchsetzt, ähnlich den Schlagfiguren der Glimmer, der Hauptriss parallel der Kante [(010) (111)], ein zweiter parallel [(010) (110)], ein dritter liegt zwischen der Verticalen und der Richtung des

Faserbruches, mit letzterer etwa 16° bildend. Das Wachs bei der Senarmont'schen Methode wird in einigen Fällen vortheilhaft durch eine dünne sublimirte Lage von Chlorammonium ersetzt. Wegen der beträchtlichen Grösse (6 mm und mehr) und Deutlichkeit der Ellipsen eignet sich das Verfahren besonders für Demonstrationszwecke.

3. Ein Sapphirzwilling. Zwei Individuen und ein untergeordnetes drittes dem ersten paralleles sind symmetrisch nach $r\{100\} = \{10\bar{1}1\}$ verwachsen, begrenzt von Pyramiden zweiter Ordnung und der Basis, mit gerundeten matten Kanten, während Theile der Flächen glänzend geblieben sind. An dem einen Individuum wurden folgende, sämmtlich neue, Formen constatirt durch ihre Neigungen zur Basis (berechnet auf $a:c = 4:1,363$).

	Gemessen:	Berechnet:
$\varepsilon\{42.4.\bar{1}0\} = \{44.44.\bar{2}2.3\}$	$= 84^\circ 17\frac{1}{2}'$	$84^\circ 17'$
$\mu\{10.4.\bar{8}\} = \{33\bar{6}1\}$	$83 \quad 7\frac{1}{2}$	$83 \quad 4\frac{1}{2}$
$\xi\{17.2.\bar{1}3\} = \{5.5.\bar{1}0.2\}$	$84 \quad 48$	$84 \quad 39$
$\pi\{45.6.\bar{3}3\} = \{43.43.\bar{2}6.6\}$	$80 \quad 49$	$80 \quad 23$
$\sigma\{29.5.\bar{1}9\} = \{8.8.\bar{1}6.5\}$	$77 \quad 3$	$77 \quad 5$
$\tau\{14.3.\bar{8}\} = \{44.44.\bar{2}2.9\}$	$73 \quad 47$	$73 \quad 47$

An der Rückseite des zweiten Individuums sind einspringende schmale Spaltungsflächen sichtbar, von $n\{34\bar{1}\} = \{2\bar{2}13\}$ und $\nu\{43.4.\bar{1}1\} = \{44\bar{8}1\}$, die als Spaltungsflächen noch nicht angegeben sind; gemessen zur Basis $64^\circ 47'$ und $84^\circ 48'$ (ber. $64^\circ 44'$, $84^\circ 45\frac{1}{2}'$). Auch deutliche Spaltbarkeit, resp. Absonderung nach $r\{100\} = \{10\bar{1}1\}$ und weniger vollkommen (mit Seidenglanz) nach der Basis; Rhomboëderfläche des einen Individuums zur Basisfläche (drei gute Bilder gebend) des anderen gemessen $56^\circ 43'$, $57^\circ 46'$, $58^\circ 5'$, berechnet $57^\circ 34'$. Blassblau. Dichte 3,989. Unsymmetrisch gestaltete Aetzfiguren auf den Pyramidenflächen scheinen der rhomboëdrischen Symmetrie zu entsprechen, d. h. sie liegen (nach der Zeichnung) auf zwei benachbarten Flächen spiegelbildlich. Herkunft wahrscheinlich aus Kashmir. Sapphirzwillinge bisher beschrieben von Jeremejew (in dieser Zeitschr. 2, 504; 3, 438; 15, 537), Hiden und Washington (14, 302), sowie Barviř (25, 434).

4. Ueber Monazit und begleitende Mineralien von Tintagel in Cornwall. Der den Monazit betreffende Abschnitt ist bereits vom Verf. in dieser Zeitschr. 33, 149 f. mitgetheilt worden, daher hier nur noch einige Ergänzungen betreffend die Begleitminerale desselben erforderlich sind. Albit in guten Krystallen mit $b\{010\}$, $m\{110\}$, $M\{1\bar{1}0\}$, $z\{1\bar{3}0\}$, $c\{004\}$, $n\{0\bar{2}1\}$, $o\{\bar{1}14\}$, $p\{\bar{1}11\}$, $\delta\{\bar{1}12\}$, $x\{\bar{1}04\}$, $y\{\bar{2}04\}$ und zuweilen einer schmalen gestreiften Fläche ξ an der Kante $c\delta$, mit $c \ 3^\circ - 4^\circ$ bildend, vielleicht $\xi\{\bar{1}.\bar{1}.16\}$, $c\xi = 3^\circ 22'$; Auslöschung auf $c\{004\}$ etwas variabel, gewöhnlich $+3^\circ$ bis 4° , auf $b\{010\}$ $+20^\circ$, also auf nahezu reinen Natronfeldspath deutend, ebenso wie der wenig geneigte Austritt einer Mittellinie aus $b\{010\}$; kleinere Krystalle oft vollkommen durchsichtig, gewöhnlich weiss, zuweilen durch Ocker fleckig. Quarz in wasserhellen Krystallen; am Ende gewöhnlich das eine vor dem anderen Rhomboëder vorherrschend; $s\{41\bar{2}\} = \{44\bar{2}1\}$ häufig, $x\{4\bar{1}2\} = \{51\bar{6}1\}$ scheint zu fehlen; Verwachsungen der gewöhnlichen Art mit parallelen Hauptaxen, sowie derart, dass die Grenzen der Individuen sowohl gelappt über die Prismenflächen laufen als auch geradlinig entlang den verticalen Prismenkanten, so dass die gestreiften s -Flächen in zwei Hälften getheilt erscheinen, in welchen die Streifung federartig in rechtem und linkem Sinne verläuft. Pyrit gelegentlich

in kleinen braunen Körnern auf und zwischen den Rutilnadeln; unter dem Mikroskope modellähnliche Kryställchen erkennbar: $\pi\{210\}$, $\{111\}$, $\{100\}$; grössere gestreifte Würfel im Schiefer eingebettet. Kalkspath in 4—4 cm grossen Krystallen, die grossen rauhen Krystalle anscheinend Combinationen von Skalenoëdern und Rhomboëdern; kleinere flache Skalenoëder nähern sich $\{310\} = \{21\bar{3}4\}$, zuweilen mit glänzender kleiner Basis, manche verzwilligt nach $\{011\} = \{1012\}$; drittens kleine Skalenoëder, entweder nahezu $\{20\bar{1}\} = \{21\bar{3}4\}$ oder vielleicht $\{46.5.3\bar{2}\} = \{17.9.26.3\}$, mit einem negativen Rhomboëder, nahe $\{2\bar{2}1\} = \{01\bar{1}1\}$, und schmalen Flächen eines flachen Skalenoëders, vielleicht $\{10.4.4\} = \{2135\}$ und möglicherweise auch $\{310\} = \{21\bar{3}4\}$. Die Krystalle sind oft von einem Gürtel von sehr glänzendem Schieferspath umgeben. Im Lambshouse Quarry Anatas in nicht über 4 mm grossen stahlblauen Krystallen $\{111\}$ mit $\{112\}$, gestreift und alternirend, sowie kleinen Flächen von $\{107\}$ und $\{104\}$.

Ref.: C. Hintze.

6. John W. Evans (früher State Geologist in Mysore): **Die Umwandlung von Pyrit durch unterirdisches Wasser** (Min. Magaz. and Journ. of the Min. Soc. London 1900, 12, No. 58, 371—377; read June 19th, 1900).

Die Erwägungen waren veranlasst durch Anlage eines Reservoirs bei Hiriyur im nördlichen Mysore, mit Errichtung eines Dammes zu Marikanave, wo der River Vedavati oder Hagari einen Felsrücken durchbricht. Die der Dharwar-Formation (dem ältesten versteinerungslosen Systeme des südlichen Indien) anscheinend angehörigen Schichten bestehen aus eisenschüssigen Schiefen mit eingelagerten Chloritschiefern, beide reichlich Pyrit enthaltend, sowohl als Blättchen parallel der Schichtung, wie als Ueberzüge auf Spalten. Wo die Tageswässer in den Felsrücken eindringen konnten, ist der Pyrit überall oxydirt und weggeführt, der auf den Spalten zuerst, nur etwas pulveriges Eisenhydroxyd blieb zurück, das Gestein war in lose ziegelähnliche Bruchstücke verwandelt. Es war nun die Frage, ob das aus dem Reservoir stammende Wasser schliesslich dieselbe Wirkung auf das Gestein unterhalb des Dammes ausüben würde. Bei der häufigen Verbreitung des Pyrits in den älteren südindischen Gesteinen ist dieser vielfach verschunden, und nur leere Hohlräume deuten auf seine Gegenwart, während anderwärts das Gestein ganz unverändert erscheint und der Pyrit in richtigen Limonitpseudomorphosen, mit oder ohne Pyritkern, auftritt. Der Unterschied rührt offenbar von einer Substanz im oxydirenden Wasser her, welche in Reaction mit Eisensulfat und Schwefelsäure das Eisen fällt und die Säure an der Corrodierung anderer Gesteinspartien hindert; das thun die Carbonate der alkalischen Erden und Alkalien, etwa nach der Gleichung $4FeS_2 + 15O_2 + 3H_2O + 8CaCO_3 = (Fe_2O_3)_2(H_2O)_3 + 8CaSO_4 + 8CO_2$. Bei der Umwandlung des Pyrits in Limonit muss alles Eisen zurückbehalten bleiben, und die Pseudomorphose nimmt auch nahezu den gleichen Raum ein, wie die ursprüngliche Substanz. Es lässt sich berechnen, welcher Procentsatz von Carbonaten im Wasser erforderlich ist zur Reaction mit den einem gewissen Procentsatze des im Wasser gelösten Sauerstoffes entsprechenden, bei der Oxydation des Pyrits gebildeten Sulfaten; das ergibt auch die Chancen für die Haltbarkeit des Gesteines. Der Verf. stellte auch Löslichkeitsversuche mit gepulvertem Pyrit an und bestätigte die, wenn auch geringe Löslichkeit als Sulfat in destillirtem, häufig erneuertem Wasser, sowie die Bildung von Eisenhydroxyd in Carbonat-haltigem Flusswasser (aus dem New River), wobei 22 % des Pyrits zersetzt wurden. Markasit ergab

in destillirtem Wasser nur sehr wenig, bei Zusatz von Calciumcarbonat in Stücken beträchtlich Eisenhydroxyd, ebenso in Flusswasser. Zinkblende erhielt in Kalkwasser einen braunen Ueberzug, blieb aber unverändert in destillirtem Wasser; Kupferkies verhielt sich ebenso. Rothnickelkies, Speiskobalt und Arsenkies blieben umgekehrt unverändert in Wasser mit Calciumcarbonat; in destillirtem Wasser überzog sich Rothnickelkies grün, Speiskobalt weiss, wohl mit As_2O_3 und Spuren von Kobaltblüthe, Arsenkies ohne wahrnehmbare Veränderung, während derselbe in den krystallinen Schiefen von Mysore unter dem Einflusse der Tagewässer eine Oxydation des Schwefels, Lösung des Eisens als Sulfat und Angriff des Gesteines durch die Schwefelsäure zeigt, als Endproduct ein weiches erdiges Material, imprägnirt mit gelblichen und grünlichen Eisenarseniaten.

Ref.: C. Hintze.

7. G. S. Corstorphine (in Cape Town): **Malmsbury-Schichten und ihre eruptiven Intrusionen** (Ann. Rep. Geol. Commiss. Cape Good Hope 1898. Cape Town 1900, 6).

Schiefer im S.O. der Langeberge zeigen — besonders schön oberhalb der Zwart River-Brücke, östlich von George — im Granitcontact eine ausgedehnte Umwandlung in Andalusitglimmerschiefer. Die mit Prisma und Basis versehenen Andalusitkrystalle sind über 1 Zoll lang und ragen aus verwitterten Gesteinsflächen deutlich hervor. Sie bilden — gut sichtbar auf Schnitten \perp zur Schieferung — das Centrum von »Augen«.

Ref.: E. Düll.

8. A. W. Rogers und E. H. L. Schwarz (in Cape Town): **Geologie des Oranjessthalles in den Districten Hope Town und Prieska** (Ann. Rep. Geol. Comm. C. Good Hope 1899. Cape Town 1900, 84).

Der Dolerit der Doornberge — südlich vom mittleren Laufe des Oranje River — schliesst braunen und gelben, seltener rothen Jaspis ein, der mit weichen schieferigen Schichten wechsellagert, aus welchen auf der Farm Rietfontein »blauer Asbest« (Krokydololith) gewonnen wird. Ein ähnliches Mineral, Griqualandit genannt, kommt auf den Jaspisschichtenflächen — besonders an stark gefalteten Stellen — vor. Beide Mineralien finden sich an der ganzen Nordostseite der Doornberge, von Keikams Poort bis Nanga, vor allem beim Dorfe Prieska.

Ref.: E. Düll.

9. J. Samojloff (in Moskau): **Carbonate aus den Bakalsk'schen Gruben im südlichen Ural**¹⁾ (Verh. d. k. russ. miner. Ges. 1900, 38, 313—323).

In der Werchne-Bulansk'schen Grube (eine von den Bakalsk'schen Gruben) hat Verf. folgende Mineralien gefunden: Aragonit kommt als ein bis 40 cm dicker Ueberzug auf dem Kalksteine vor. Dieser Ueberzug besteht aus einigen concentrischen Schalen, zwischen denen manchmal ganz dünne Thonschichten bemerkbar sind und welche aus nadelförmigen, durch die Prismenflächen mit einander verwachsenen Kryställchen von Aragonit bestehen. Beobachtet man in der Aragonitmasse kleine Hohlräume, so sind diese gewöhnlich mit kleinen aufgewachsenen Aragonitkrystallen besetzt. Es gelang dem Verf., an solchen Krystallen die Formen {104}, {004}, {044}, {024} (Stellung nach Vernadsky s.

1) Vergl. auch diese Zeitschr. 34, 704. Ref. Nr. 42.

diese Zeitschr. 31, 549) zu bestimmen. Spec. Gew. 2,92. Ausserdem findet man Aragonit in derselben Grube als sogenannte »Eisenblüthe«. Gurhofian, spec. Gew. 2,87, Härte 3,5. Galenit selten. In einer Spalte eines Galenitstückes wurden kleine Kryställchen von Cerussit gefunden, welche die Comb. {010} {110} {024} {111} zeigen.

In einer anderen der Bakalsk'schen Gruben, in der »Uspensk'schen« Grube, hat Verf. gefunden: Ankerit entweder in bis 1—1½ cm grossen, durchsichtigen, braungelben oder aber in noch grösseren, milchweissen undurchsichtigen Krystallen. Spec. Gew. 2,96. Beobachtete Formen {100} und selten {311}. Einige Krystalle zeigen auf den Flächen von {100} eine merkwürdige Streifung, welche 60° mit den Kanten von {100} bildet. Auch kommen Chalkopyrit, Malachit, Pseudomorphosen nach Chalkopyrit und Pyrit, endlich ein noch nicht genau bestimmtes Mineral, wahrscheinlich ein Chromglimmer, vor.

Ref.: V. v. Worobieff.

10. J. Samojloff (in Moskau): Ueber die Baryte aus einigen russischen Lagerstätten (Verh. d. k. russ. min. Ges. 1900, 38, 323—357).

1. Südlicher Ural. Verf. hat die Baryte aus zwei Vorkommen des südlichen Urals untersucht: Tschuwaschen-Steppe und Uspensk'sche Grube Nr. 3 (eine von den Bakalsk'schen Gruben).

Die Krystalle aus der ersten Grube¹⁾ sind sehr flächenreich, es wurden nämlich folgende 31 Formen beobachtet: {001}, {010}, {100}, {130}, *{10.23.0}, {120}, ?*{7.13.0}, {230}, *{570}, {110}, {320}, {530}, {210}, {310}, {410}, *{910}, {102}, {011}, {013}, {221}, {111}, {223}, ?*{10.10.17}, {112}, ?*{337}, {113}, ?*{227}, {114}, {115}, {1.1.25}, {122} (die mit * bezeichneten sind neu, die mit ?* neu, aber fraglich). Die Messungen (gemessen 22 Krystalle) ergaben für die neuen Formen (Axenverhältniss nach P. Jeremejeff: $a:b:c = 0,8446:4:4,3129$):

	Grenzwerte:	Z. d. Kryst.:	Z. d. Mess.:	Mittel:	Ber.:	Diff.:
(10.23.0):(100)	= 61° 42'—62° 4'	2	3	61° 53'	61° 53'	±0° 0'
(7.13.0):(100)	—	1	1	56 34	56 32	—0 2
(570):(100)	48 46—49 5	3	3	48 39	48 45	+0 6
(910):(100)	4' 59—5 44	2	3	5 5	5 10	+0 5
(10.10.17):(001)	50 44—50 36	1	2	50 30	50 36	+0 6
(337):(001)	—	1	1	41 35	41 42	+0 7
(227):(001)	—	1	1	30 47	30 43	—0 4

Der Habitus der Krystalle unterscheidet sich sehr wenig von dem von P. Jeremejeff beschriebenen. Ausserdem beobachtete Verf. noch einige Krystalle mit dem herrschenden Prisma {110} und mit gut ausgebildeter Pyramide {111}. Die Flächen von {110} zeigen gewöhnlich eine horizontale Streifung, dagegen diejenigen von {230} und {210} eine verticale.

Die durchsichtigen, gelben, 1—2 mm grossen Krystalle aus dem zweiten Vorkommen zeigen {001}, {110}, {011}, {102}, {111} und sind nach der Axe b verlängert; herrschende Form ist {102}.

2. In den dunklen Jurathonablagerungen im Bassin der Flüsse Ischma

¹⁾ Die Krystalle aus dieser Grube wurden schon früher von G. Rose, A. Schrauf und P. Jeremejeff (Verh. Russ. Min. Ges. 1874, 9, 344) untersucht. Deren Beobachtungen wurden sämtlich vom Verf. (S. 324—326) kritisch bearbeitet.

und Uchta (Nebenflüsse der Petschora) findet man Concretionen von Baryt, welcher dem sogenannten »Bologneser-Spath« sehr ähnlich sieht. An den bisweilen in diesen Concretionen freisitzenden aufgewachsenen Krystallen wurden die folgenden Formen beobachtet: {001}, {100}, {010}, {011}, {035}, *{034}, {101}, {102}, {110}, {111}, {122}, {133} (die mit * bezeichnete Form ist neu). Die Messungen für diese Form haben ergeben:

	Grenzwerthe:	Z. d. Kryst.:	Z. d. Mess.:	Mittel:	Ber.:	Diff.:
(034): (011) =	7° 39' — 7° 49'	3	3	7° 45'	8° 8'	+ 23'

3. Die kleinen schmutziggelben Barytkrystalle aus dem Sandsteine des Berges Bogdo (Gouvernement Astrachan) zeigen die Formen: {001}, {104}, {102}, {011}, {110}, {111}. Viele Krystalle zeigen deutliche natürliche Aetzfiguren und zwar an einigen vollständig der Symmetrie des Baryts entsprechend, an anderen aber sind diese Aetzfiguren gleichschenkelige Dreiecke und parallel der Axe *a* symmetrisch. Verf. meint, dass diese Bildungen keine Aetzfiguren, sondern Reibungsflächen sind. Auf einer Fläche {001} sind solche Dreiecke in entgegengesetzter Lage auf beiden Seiten einer dunklen Linie, welche parallel der Axe *a* geht¹⁾. Manchmal beobachtet man Pseudomorphosen von Eisensandstein nach Baryt.

4. Nord-Kaukasus. a) In einem Hohlraume eines Ammoniten aus Mergel (Kreideformation) unweit von Kislowodsk fanden sich zusammen mit Calcit aufstehende, kleine, farblose, durchsichtige Krystalle von Baryt mit den Formen: {001}, {110}, {011}, {102}, {111}. Herrschende Form {001}. b) In der Nähe des Dorfes Zgid (Prov. d. Kosaken v. Terck) im Bassin des Flusses Bairagon bildet derber Baryt eine bis 1 m dicke Schicht in den Quarziten. Die Krystalle, welche bisweilen in den Hohlräumen des derben Baryts sich finden, zeigen die Formen {001}, {010}, {100}, {011}, {041}, {101}, {102}, {104}, {110}, {111}, {112}, {122}, {124}, {142}. Es ist leicht, zwei Generationen der Krystalle zu unterscheiden; die erste Generation — aus grösseren einfachen (nur {001} und {110}), undurchsichtigen, schmutzig milchweissen Krystallen bestehend — bildet eine tiefere Schale, welche mit einer zweiten Schicht von kleineren, durchsichtigen, farblosen Krystallen bedeckt ist.

5. Provinz Semipalatinsk. In der Nähe des Berges Aibas-Tau (Karkaralinsk-Bezirk) findet man in dem Brauneisensteine des Berges Karabūrat Krystalle von Baryt, welche die Formen {001}, {110}, {104}, {102}, {101} constatiren lassen. Wahrscheinlich haben diese Baryte etwas andere Axenverhältnisse als die anderen; die Messungen an vier Krystallen (nur in einer Zone) haben die Werthe $a:c = 0,8258 : 4,3129$ (die Reflexe sind schlecht) ergeben.

Am Schlusse will Verf. beweisen, dass seine Messungen (auch diejenigen von Hamberg, Sansoni, Zimanyi, Artini) der Meinung über die Structur des Baryts von Beckenkamp (diese Zeitschr. 28, 69) widersprechen, nämlich für den Winkel (110):(110) Werthe ergeben, welche nur die gewöhnlichen zufälligen Abweichungen von dem Mittelwerth 78° 20' (dem Winkel der Spaltungsflächen bei diesem Mineral) zeigen. Ref.: V. v. Worobieff.

1) Sehr ähnliche Gestalten hat schon früher Valentin (diese Zeitschr. 1889, 15, 579) beobachtet. Diese Beobachtungen hat der Verf. ausführlich mit den seinigen verglichen (S. 343—345).

11. P. Jaworowsky (in St. Petersburg): **Ueber die Form des Goldes aus den Goldseifen von Seïsk** (Verh. d. k. russ. min. Ges. 1900, 38, 387—394).

Verf. findet, dass bisweilen nach der Form und nach der Beschaffenheit der Oberfläche der Goldstücke aus den Goldseifen (sowie aus den primären Lagerstätten) einen Schluss auf den Bildungsprocess der betreffenden Goldseifen zu ziehen möglich ist.

Ref.: V. v. Worobieff.

12. P. Zemjatevsky (in St. Petersburg): **Ueber die Genesis der Eisenerze am Ural** (Ebenda 447—484).

Nachdem Verf. die geologischen Verhältnisse fast aller wichtigeren Eisenerzlagerstätten des Nord-, Mittel- und Süd-Urals besprochen hat, kommt er zum Schlusse, dass alle Brauneisensteinlagerstätten einen gleichen Charakter haben. Es sind nämlich meistens Schichten oder schichtenförmige Ablagerungen, welche sich linsenförmig in mehr oder weniger steatitisirten oder chloritisirten Thonschiefer einlagern. Verf. meint, dass alle diese Brauneisensteine viel jünger sind, als die sie enthaltenden Thonschiefer. Sie sind aus Spatheisensteinen entstanden, die letzteren aber haben sich aus Kalksteinen und Dolomiten durch langsame Wirkung eisenhaltiger Wässer gebildet. Diese grosse Menge von Eisensalzen im Wasser bildete sich bei der Zersetzung der Diabasgesteine, welche Ansicht auch die stets zu beobachtende Nachbarschaft der Diabasgesteine und Eisenerzlagerstätten erklärt.

Ref.: V. v. Worobieff.

13. A. Karpinsky (in St. Petersburg): **Ueber Mineralien aus dem Hissargebirge** (Ebenda, Prot. 24—22).

In einer Sammlung aus dem Hissargebirge (an der Grenze gegen die Bucharei) bestimmte Verf. folgende Mineralien: Almandin, Quarz (bisweilen nadelförmig), Löllingit (spec. Gew. 7,24), Gyps als sogenannter »krystallisirter Sandstein«.

Ref.: V. v. Worobieff.

14. N. Kurnakoff (in St. Petersburg): **1. Ueber die chemische Zusammensetzung einiger Salzseen in der Krim** (Ebenda 24—26).

Verf. hat schon früher gezeigt, dass das Verhältniss $MgSO_4 : MgCl_2$ im Wasser vieler mariner Salzseen in der Krim immer gleich 0,5—0,7 bleibt. In den Salzseen, welche einen Theil des Wassers vom Continent bekommen, wird das Verhältniss $MgSO_4 : MgCl_2$ kleiner, und in typischen Continental-Salzseen ist es sehr nahe gleich Null. Die Analysen des Wassers von einigen Seen aus der Gruppe der Perekop'schen Salzseen haben ergeben:

Name d. Sees:	$CaSO_4$	$CaCl_2$	$MgSO_4$	$MgCl_2$	$NaCl$	$MgSO_4 : MgCl_2$
Kijatskoje	0,05%	1,98%	—	18,27%	8,04%	0
Kerleutskoje	0,05	—	1,95%	7,33	24,33	0,266
Kirskoje	0,13	1,39	—	10,26	12,80	0

Der Genitschesk'sche Salzsee, obgleich er sehr nahe dem Meere liegt, hat ebenfalls einen continentalen Charakter, nämlich: $CaSO_4$ 0,05%, $MgSO_4$ 3,21, $MgCl_2$ 9,21, $NaCl$ 14,34, $MgSO_4 : MgCl_2$ 0,349, also bekommt dieser See auch viel Wasser vom Continent.

2. Ueber die Verhältnisse der Glaubersalzausscheidung im Karabugas (Ebenda 26—27).

Die Löslichkeitsverhältnisse des $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ sind: in reinem Wasser: 0^0 — $5,02 \frac{0}{0}$, $17,9^0$ — $16,8 \frac{0}{0}$; in Wasser mit 10 Theilen $NaCl$: 0^0 — $4 \frac{0}{0}$, $17,9^0$ — $14 \frac{0}{0}$. Die gesättigte Lösung der Mischung von $NaCl$ und $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ enthält:

	Na_2SO_4	$NaCl$
bei 0^0	$4,77 \frac{0}{0}$	$32,85 \frac{0}{0}$
— $17,9$	$11,10$	$33,22$

Die Analyse des Wassers vom Karabugas hat aber ergeben: $NaCl$ $10,55$, Na_2SO_4 $4,80$, $MgCl_2$ $5,30$, $CaSO_4$ $0,45$. Wenn wir diese Resultate mit den oben angegebenen Werthen vergleichen, sehen wir, dass im Sommer bei der mittleren Temperatur 18^0 — 20^0 das Wasser ungesättigt bleibt. Für $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ wird das Wasser gesättigt im Januar und Februar (mittlere Temp. 3^0 — 5^0 und weniger), also scheidet sich dann Glaubersalz aus. Für das $NaCl$ aber bleibt die Lösung das ganze Jahr hindurch ungesättigt, also scheidet sich das Glaubersalz immer rein, ohne $NaCl$ -Gehalt, aus.

Ref.: V. v. Worobieff.

15. J. Antipoff (in St. Petersburg): **1. Ueber ein dem Voglit ähnliches Uraumineral** (Ebenda 38—41).

Das Mineral stammt von dem Utsch-Kirtan'schen Gebirgspasse (120 km von Margelan, Gouv. Fergana). Feine schuppige Blättchen auf Kalkspath, auch in letzterem eingewachsen. Spec. Gew. 3,35. Eine Analyse sorgfältig aus dem unreinen Material ausgewählter Theilchen des Minerals ergab:

H_2O	$42,13 \frac{0}{0}$
CO_2	$10,88$
U_2O_3	$35,45$
Fe_2O_3	$1,12$
CuO	$9,71$
CaO	$1,35$
P_2O_3	Spur
	<hr/>
	$100,64 \frac{0}{0}$

Wenn man CaO und Fe_2O_3 als mechanische Beimengungen betrachtet, so ergibt sich die Formel für das Mineral: $(CO_3)_2(UO_2)Cu + 10H_2O$, welche ungefähr der des Voglit von Joachimsthal gleich ist.

Unter dem Mikroskope scheint das Mineral isotrop zu sein. Der Kalkspath mit den eingewachsenen Theilchen des Minerals wurde ebenfalls analysirt und die Analyse ergab:

CaO	$40,12$
CO_2	$32,35$
SiO_2	$3,18$
U_2O_3	$11,72$
Fe_2O_3	$4,22$
CuO	$3,41$
H_2O	$4,83$
P_2O_3	$0,54$
	<hr/>
	$100,37$

Hier ist das Verhältniss $U_2O_3 : CuO$ ein anderes, als im ersten Falle.

Wenn man das Mineral mit *HCl* behandelt, so bleiben kleine gelblichgrüne Schüppchen unlöslich. Eine Analyse der letzteren hat ergeben:

U_2O_3	78,25	
Fe_2O_3	12,09	(wahrscheinlich als FeO)
CuO	8,41	
	98,75	

Das entspricht $(U_2O_3)CuO$. Eine solche Verbindung ist in der Natur noch unbekannt, wurde aber künstlich schon von Debray dargestellt.

2. Ueber natürliches Zinkoxyd aus den Olkuschsk'schen Gruben in Polen (41—42).

Das Mineral wurde für Galmei gehalten, die Analyse aber ergab:

ZnO	91,47	oder: ZnO	88,25
PbO	5,26	$PbCO_3$	6,41
CO_2	2,85	$ZnCO_3$	5,03
Fe_2O_3	0,11	Unlös. R.	0,12
Unlös. R.	0,12	Fe_2O_3	0,11
Org. Verb.	Spur		
	99,84		

Also liegt hier jedenfalls Zinkit vor. Unter dem Mikroskope sieht man hexagonale (bisweilen sehr verkürzte) Prismen mit der Basis, sehr selten eine schwach ausgebildete Pyramide. Es ist das erste Zinkitvorkommen in Russland.

Ref.: V. v. Worobieff.

16. P. Zemjatčenskij (in St. Petersburg): Ueber Smaragde und Berylle aus den Smaragdgruben am Ural (Trav. d. Soc. Imp. d. Natur. d. St. Pétersbourg 1900, 29, 1. 5, 1—19).

Die Smaragdgruben befinden sich bekanntlich 90 km nordöstlich von Ekaterinburg, längs der Flüsse Starka, Tokowaja und anderer Nebenflüsse der Grossen Refty. Der erste Smaragd wurde hier im Jahre 1830 gefunden. Die Gruben wurden mit verschiedenem Erfolge durch das Kabinet Seiner Majestät und durch Privatunternehmer ausgebeutet. Gegenwärtig sind sie an die Compagnie »The New Emeralds Company« verpachtet. Der Smaragd findet sich hier in einem dunklen Glimmerschiefer oder auch im dunklen Quarz und weissen Feldspath, welche mitunter Concretionen im Glimmerschiefer bilden, der letztere bisweilen auch Gänge. Der Smaragd ist nicht selten durch gewöhnlichen Beryll ersetzt, zu welchem auch Feldspath, Quarz, Flussspath und Turmalin hinzukommen. Aus dem gegenseitigen Verhältnisse dieser Mineralien ist zu ersehen, dass der Turmalin zuerst entstanden ist, später Smaragd und Beryll und zuletzt Feldspath. Manche Umstände weisen darauf hin, dass auch der Glimmerschiefer, wenigstens theilweise, später als der Beryll entstanden ist. Daraus ist zu schliessen, dass das ursprüngliche Grundgestein, in welchem der Smaragd entstanden ist, grosse Veränderungen erlitten hat und für uns gegenwärtig ganz unbekannt bleibt.

Die Analysen des hellen Smaragds aus den Gruben bei der Tokowaja ergaben:

	I.	II.	III.
SiO_2	66,65	66,96	65,95
Al_2O_3	18,43	18,58	18,95
BeO	12,90	13,10	12,89
Fe_2O_3	Spur	Spur	Spur
Glühverlust	2,19	2,10	2,20
	<u>100,17</u>	<u>100,74</u>	<u>99,99</u>

Analysen des Glimmers aus dem Glimmerschiefer:

	I.	II.
SiO_2	40,20	40,12
Al_2O_3	26,22	26,19
Fe_2O_3	13,31	13,50
MgO	6,69	6,10
K_2O	10,44	10,23
Na_2O	0,87	0,80
Mn_3O_4	Spur	Spur
H_2O	1,81	1,87
	<u>99,54</u>	<u>98,81</u>

Die optischen Eigenschaften des Smaragds zeichnen sich durch scharfe Anomalien aus. Bei Untersuchung von Platten parallel der Basis erscheinen zonal angeordnete, ungleichmässige, meist schief mit variirendem Winkel auslöschende dünne Streifen. Von diesen Streifen sind einige optisch positiv, die anderen aber negativ. Im convergenten polarisirten Lichte zeigt der Smaragd ein deutliches zweiachsiges Bild; der Axenwinkel ist sehr klein; an manchen Stellen ist das Interferenzbild stark gestört. Die beschriebenen Anomalien scheinen dem Verf. durch zwei Ursachen hervorgerufen zu sein: a) durch ungleichmässiges, unterbrochenes oder unter veränderlichen Bedingungen vor sich gegangenes Wachsen der Krystalle, was auch die zonale Structur derselben hervorgerufen hat; aus demselben Grunde konnten auch verschiedene innere Spannungen und infolgedessen die Zweiachsigkeit entstehen; b) durch späteren, von Dislocationsprocessen bedingten Druck, der in den Smaragden Spalten und Risse hervorgerufen konnte. Der letzte Grund hat das wellenförmige Auslöschn, die unregelmässigen Flecken und andere Abweichungen zur Folge.

Durch diese Anomalien unterscheidet sich der Smaragd deutlich vom Beryll, in welchem das Interferenzbild einen ganz anderen Charakter trägt.

Ref.: V. v. Worobieff.

17. P. von Susterschinsky (in St. Petersburg): **Mineralogische Beobachtungen in den Ilmenbergen und dem Bergwerksbezirk Kyschtim am Ural** (Ebenda 21—46).

Verf. beschreibt kurz eine ganze Reihe von Gruben, welche er im Sommer 1899 besucht hat. Die berühmten Ilmen'schen Mineralgruben, welche sich in den Umgebungen des Hüttenwerkes Miass befinden, können in zwei Gruppen eingetheilt werden: die Gruben des Miascitgebietes, welches auf dem nördlichen Ufer, und des Granitgneissgebietes, welches östlich und nordöstlich vom See Ilmen liegt. Besucht wurden unter anderem die Aeschynitgrube, die Lobatschew'sche Topasgrube, die Aquamaringrube (die Analyse eines weissblauen Aquamarins ergab: H_2O 1,45, SiO_2 66,02, Al_2O_3 18,71, BeO 13,27, Summe 99,55) und

eine ganze Reihe von Zirkongruben. In den letzteren ist bemerkenswerth (wie es schon früher in der Literatur erwähnt wurde) die Verschiedenheit des Krystalltypus an den Zirkonkrystallen: für den Miascit ist besonders der pyramidale Habitus mit vorherrschendem $\{111\}$, untergeordnet $\{110\}$, $\{100\}$ — für die Granitgneiss-Zirkongruben ist dagegen der prismatische Habitus, mit herrschendem $\{110\}$, charakteristisch.

Von den Gruben und Mineralfundorten, welche in der Literatur bisher nicht erwähnt sind, besuchte Verf. einige, deren Beschreibung hierbei folgt.

1) Granat des Hüttenwerkes Miass. Er befindet sich im Dorfe des Hüttenwerkes, welches auf der Grenze des Granitgneisses mit dem Thonglimmerschiefer gelegen ist. Die Krystalle von schwarzer Farbe sind 2,5 cm gross und zeigen nur die Form $\{110\}$: sie sind in dem Thonglimmerschiefer eingewachsen. Die chemische Analyse ergab: SiO_2 35,34, FeO 40,20, Al_2O_3 19,51, CaO 4,91, Summe 99,96.

2) Apatit in hexagonalen, bis 3 cm langen Prismen wurde in einem Gange grobkörnigen Syenits, mit weissem Feldspath, weissem und schwarzem Glimmer und dunkelgrüner radialfaseriger Hornblende auf der 815. Werst der Samara-Zlatoust-Eisenbahn gefunden. Die Apatitkrystalle sind in Feldspath und Hornblende eingewachsen.

3) In der »Reserve« derselben 815. Werst, in den Spalten eines feinkörnigen Syenitgneisses, wurden Drusen von kleinen (3—4 mm), dicht aufgewachsenen Krystallen von prismatischem Habitus und von dunkelgrüner Farbe gefunden. Das Mineral nähert sich einem alkalihaltigen Pyroxen, nämlich dem Aegirin-Augit. Die Analyse dieses Minerals von Herrn J. A. Antipoff ergab: SiO_2 50,58, FeO 23,18, Fe_2O_3 3,92, Al_2O_3 5,47, CaO 3,85, MgO 2,19, Na_2O 8,17, Summe 97,36.

Die Messungen haben festgestellt, dass die Krystalle monoklin sind und folgende Formen aufweisen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{310\}$.

4) Die Korundgrube, 30 Werst nördlich vom Hüttenwerk Miass, 3 Werst SW. vom See Tatkul auf dem Wege zwischen den Dörfern Turgojak und Togusowa. Das Vorkommen wurde von Schischkowsky entdeckt. Hier findet man in dem feinkörnigen Biotitgneiss einen Gang von »Korundpegmatit« (J. Morozewicz), bestehend aus gelbem Orthoklas und grossen (bis zu 3 Zoll), langpyramidalen, blauen, zuweilen sapphirblauen, Korundkrystallen. An den Krystallen sind folgende Formen bestimmt worden: $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$, $\{44\bar{8}1\}$ und eine Reihe von stumpferen Pyramiden zweiter Art.

5) Aktinolith von dunkelgrüner Farbe, in radialfaserigen Aggregaten, wurde auf dem nordöstlichen Ufer des Sees Ilmen im Niveau des Wasserstandes gefunden. Das Nebengestein ist ein feinkörniges, dunkelgefärbtes, fast schwarzes Hornblendegestein.

6) Ein Marmorbruch, welcher vor kurzem in dieser Gegend begonnen worden ist, befindet sich 10 Werst nördlich von dem Hüttenwerke Miass, im Miassthal. Der feinkörnige Marmor, welcher in grünem Thonschiefer liegt, erscheint in zwei Varietäten: grau und weiss. Beim Hammerschlage verbreitet sich ein H_2S -Geruch. Unter dem Mikroskope beobachtet besteht er aus ziemlich grossen Körnern von durchscheinendem Calcit.

In dem Bergwerksbezirke Kyschim wurde nebst anderen geologischen Untersuchungen das Aufsuchen des Muttergesteines der pyramidalen Zirkone, welche bisher nur aus Goldseifen bekannt waren, unternommen. Es ergab sich, dass

das Muttergestein der Zirkone der Miascit (Eläolithsyenit) ist, welcher in dem Bergwerksbezirke Kyschtin von Prof. A. Karpinsky früher nachgewiesen worden ist. Zirkonkrystalle sind vom Verf. an folgenden Punkten im Gesteine gefunden worden: 1) auf den Bergen »Wischniowije« im 153. Quartal, 100 m nördlich von der Schlucht zwischen den Bergen »Jeremina« und »Wischniowije«; 2) auf der 9. Werst vom Hüttenwerke Kasli in der Richtung zur Eisenbahnstation Mauk; 3) auf den Borsowskije-Bergen, im 208. Quartal; 4) auf dem Berge Sobatschija. Die Zirkonkrystalle sind braungefärbt, undurchsichtig, 1—1,5 cm gross; sie weisen die Combination folgender Formen auf: {111}, {110} und zuweilen {101}. Die Pyramide {111} ist stets vorherrschend und öfters überhaupt die einzige Form. Die Zirkonkrystalle sitzen im Miascit, welcher an den erwähnten Stellen aus weissem Feldspath, grauem Eläolith und schwarzem Glimmer besteht, und zwar sind sie im Miascit da eingewachsen, wo der letztere in mehr grobkörnigen Adern (die Feldspathkörner bis 0,5 cm) erscheint. Die Ausscheidungsfolge der Bestandtheile des Miascits ist, wie durch mikroskopische Untersuchungen nachgewiesen werden kann, folgende: zuerst Biotit, dann Eläolith und zuletzt Orthoklas.

Ref.: V. v. Worobieff.

18. G. Tschernik (in Iwangorod, Lublin'sches Gouv.): **Ueber den Gadolinit vom Kaukasus** (Journ. Soc. Phys. Chim. Russ. 1900, 32, 87 und 252—266).

Verf. giebt die Resultate der Analysen eines Minerals vom Kaukasus (Gouv. Batumi), welches er als Gadolinit bezeichnet (das Mittel von drei Analysen): Y_2O_3 28,38, Er_2O_3 11,01, CaO 0,53, MgO Spur, FeO 10,02, BeO 4,22, Nb_2O_5 1,05, TiO_2 5,08, Ce_2O_3 4,92, La_2O_3 4,86, Di_2O_3 4,99, SiO_2 22,20, MnO Spur, Al_2O_3 Spur, H_2O 0,73, Summe 98,87.

Aus der Aehnlichkeit der chemischen Zusammensetzung dieses Minerals mit den Gadoliniten von Ytterby und Hitteröe schliesst Verf., dass dieses Mineral auch ein Gadolinit ist; der Nb_2O_5 -Gehalt gehört aber einem anderen Mineral an, welches diesem Gadolinit beigemengt ist und die Zusammensetzung $Nb_2O_5 \cdot 2(Ce, La, Di)_2O_3 \cdot 3TiO_2$ hat. Das Mineral bildet eine Concretion in einem Granitgeschiebe, welches im Flusse Tschoroch gefunden worden ist. Keine Spaltbarkeit, muscheliger Bruch, pechschwarze Farbe, Fettglanz. Undurchsichtig, Härte nahe 7, spec. Gew. (Mittel aus fünf Bestimmungen) 4,205. Das Mineral scheint amorph zu sein. Von dem Löthrohre unschmelzbar. In Salzsäure und Königswasser ziemlich stark löslich, weniger in H_2SO_4 . Verf. giebt die Beschreibung der quantitativen Analyse des Minerals.

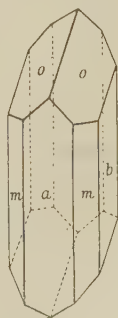
Ref.: V. v. Worobieff.

19. P. von Sustschinsky (in St. Petersburg): **Ueber die Krystallform des Trichlormethylmethoxyphenylcarbinollessigäthers** $C_{11}H_{11}O_3Cl_3$ (Ebenda 200—202).

Dargestellt von S. Lebedeff. Krystalle aus Alkohol. Schmelzpunkt 58° . Bis $\frac{1}{2}$ cm grosse wasserklare Krystalle. Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,9370 : 1 : 0,6036, \quad \beta = 98^\circ 48'.$$

Die Krystalle sind etwas nach der Axe c verlängert, überhaupt ist der Habitus demjenigen von Augit sehr ähnlich. Die beobachteten Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$.



	Beobachtet:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*42^{\circ} 48'$	—
$o : m = (111) : (110)$	$*52 \quad 27$	—
$o : b = (111) : (010)$	$*61 \quad 38$	—
$o : a = (111) : (100)$	$66 \quad 47$	$66^{\circ} 59'$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$56 \quad 43$	$56 \quad 44$

Die Axenebene ist senkrecht zur Symmetrieebene, die erste Bisectrix bildet im Winkel β den Winkel $22\frac{1}{2}^{\circ}$ mit der Axe a . Axenwinkel $2E = 75^{\circ} 11'$ (für Na-Licht), der wahre Axenwinkel wurde nicht bestimmt. Dispersion horizontal, $\rho > v$. Optisch negativ.

Ref.: V. v. Worobieff.

20. W. Vernadsky (in Moskau): **Thuringit und Stilpnomelan aus russischen Vorkommen** (Bull. Soc. d. Natur. Moscou 1900, Protoc. 44—44).

Stilpnomelan findet sich in der Grube der »Neurussischen« Gesellschaft in der Schlucht »Malaja Dubowaja« (Kriwoj Rog), Süd-Russland. Er bildet hier als eine bis $\frac{1}{6}$ m dicke Schicht im Eisenglanz ein einem Stilpnomelanschiefer ähnliches Gestein von dunkler braungrüner Farbe. Unter dem Mikroskope besteht das Gestein aus dünnen Blättchen, deutlich zweiaxig mit einem kleinen Axenwinkel. Deutlicher Pleochroismus: dunkelbraun und hellgelb. Spec. Gew. 2,8—2,9. Härte 3—3 $\frac{1}{2}$.

Thuringit vom Kaukasus, Gouvernement Terek, Raduchoch (in der Nähe von Dunta). Man findet hier in einigen Bleiglanzvorkommen Thuringit, welcher die Hohlräume ausfüllt und bisweilen kleine Schichten im Quarz bildet. Kaum bemerkbare dunkelgrüne Blättchen, in Salzsäure leicht löslich mit Ausscheidung von flockiger Kieselsäure (diese Eigenschaft zeigen viele Thuringite, z. B. der von Saalfeld, s. auch diese Zeitschr. 1877, 1, 371—372). Spec. Gew. höher als 3. Härte 2—3. Grosser Axenwinkel. Bisweilen zeigen die Blättchen einen hexagonalen Charakter. Deutliche Spaltbarkeit.

Ref.: V. v. Worobieff.

21. W. Vernadsky und A. Schklarewsky¹⁾ (in Moskau): **Ueber die sphärischen Graphitbildungen in den Graniten des Ilmengebirges** (Bull. d. l. Soc. Imp. d. Natur. d. Moscou 1900, 367—370).

Graphit bildet hier radialstrahlige, von 1 mm bis 2 cm grosse Concretionen, welche in der Mitte entweder einen grösseren Graphitkrystall, oder öfter gerundete Krystalle von Orthoklas, Muscovit, Biotit, Quarz zeigen. Die Verff. halten die Meinungen der früheren Verff. (Auerbach, Rose, Kokscharoff) für unrichtig und erklären diese Bildungen als directe Ausscheidungen aus dem Magma, analog den ähnlichen sphärischen Ausscheidungen anderer Bestandtheile der Granite.

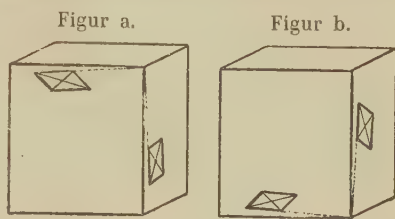
Ref.: V. v. Worobieff.

22. B. Loury (früher in Moskau, jetzt in St. Petersburg): **Ueber die Krystallform des NaBrO₃** (Ebenda 371—378).

Die Substanz wurde früher von Rammelsberg, Marbach, Wyrouboff, Hankel untersucht. Verff. hat die folgenden Formen beobachtet: {111}, {111}, {100}, {110} und die neuen: {190}, {150}, {130}, {120}, {10.13.0}, {10.11.0}.

1) † 30. Jan. 1902.

Bei der Krystallisation bei Temperaturen bis 40° — 45° scheiden sich die Krystalle mit herrschendem $\{111\}$ oder $\{1\bar{1}1\}$ aus. Bei höheren Temperaturen herrscht an den Krystallen $\{100\}$ vor. Wenn die übersättigte Lösung langsam abkühlt, so scheiden sich complicirtere Krystalle aus, welche die oben angegebenen neuen Formen zeigen. Aetzfiguren sind sehr leicht zu erhalten; auf den Flächen von $\{100\}$ haben dieselben die Gestalt von Parallelogrammen, deren längere Seite einen Winkel $2,5^{\circ}$ — 6° mit der Kante von $\{100\}$ bildet. Einige Krystalle sind linksdrehend (Figur a), die anderen rechtsdrehend (Figur b), was mit den zwei Arten von Aetzfiguren übereinstimmt.



Ref.: V. v. Worobieff.

23. N. Skritzky (in Moskau): Ueber die Krystallform des citronensauren Natron (Ebenda 379—395).

Dieses Salz hat Verf. durch Neutralisirung der Citronensäure mit kohlen-saurem Natron dargestellt. Abhängig von verschiedenen Bedingungen (Concentration, Temperatur) scheiden sich die Krystalle in drei Formen aus, welche sich von einander durch grösseren oder minderen Krystallwassergehalt unterscheiden. Zwei von diesen, die rhombische, welche mit $5H_2O$ krystallisirt, und die monosymmetrische mit $2H_2O$ (nach Rammelsberg), hat schon früher J. Heusser (Pogg. Ann. 1853, 88, 127) untersucht. Die erste bildet sich nach den Beobachtungen des Verfs. bei gewöhnlicher Temperatur allein, bei höherer bis 60° C. neben der folgenden und verliert, im Luftbade bei 100° C. erhitzt, $17,6\%$ ihres Gewichtes. Das monosymmetrische Salz beginnt bei Temperaturen von 35° — 40° C. sich auszuscheiden und bildet sich über 60° allein; sein Gewicht bleibt bei 100° C. unverändert. Die dritte, neue Form wurde beim freiwilligen Verdampfen einer schwachgesättigten Lösung bei einer Temperatur von 20° C. erhalten. Die so erhaltenen Krystalle haben ungefähr dieselbe Lichtbrechung wie die Lösung, in welcher sie sich befinden, und bilden unregelmässige Verwachsungen; ihr Verlust ist $56,4\%$ bei 100° C. Das Krystallsystem konnte der sehr leichten Verwitterung wegen nicht sicher bestimmt werden.

Alle Forscher nehmen auf Grund der goniometrischen Messungen an, dass das Salz $Na_3C_6H_5O_2 + 5H_2O$ rhombisch-holoëdrisch krystallisirt. Aber die unsymmetrische Form der Aetzfiguren und die pyroelektrischen Eigenschaften der Substanz weisen auf die Zugehörigkeit des Salzes zur bisphenoidalen Klasse des rhombischen Systems hin.

Die Messungen haben das folgende Axenverhältniss ergeben:

$$a : b : c = 0,6208 : 1 : 0,2431$$

d. i. ziemlich nahe das Axenverhältniss, welches für dieses Salz Heusser giebt:

$$a : b : c = 0,6269 : 1 : 0,2465.$$

Die gemessenen Winkel ergaben:

	Grenzen:	Mittel:	Zahl d. Mess.:	Zahl d. Kryst.:	Berechn.:	Diff.:
(100):(101)	$68^{\circ}24'—68^{\circ}50'$	$*68^{\circ}37'$	55	16	—	—
(100):(110)	31 34 — 32 3	$*31^{\circ}50'$	51	8	—	—
(010):(230)	46 58 — 47 21	47 6	13	4	$47^{\circ}2'$	$0^{\circ}4'$

Grenzen:	Mittel:	Zahl d. Mess.:	Zahl d. Kryst.:	Berechn.:	Diff.:
(110):(230) = 40° 49' — 41° 41'	41° 3'	43	4	41° 7'	0° 4'
(104):(104)	42 40 — 42 57	42 46	15	42 46	0 0
(121):(131)	9 28 — 10 19	9 52	3	9 49,5	0 2,5
(100):(131)	72 5 — 72 40	72 27	5	72 26,5	0 0,5
(204):(104)	46 40 — 46 54	46 43	3	46 44	0 2
(124):(104)	23 55 — 24 42	24 19	3	24 21,5	0 2,5
(131):(131)	34 55 — 35 8	35 2	5	35 7	0 5
(131):(104)	34 1 — 34 30	34 15	3	34 14	0 4
(124):(124)	38 40 — 38 47	38 45	3	38 48	0 3
(340):(110)	—	7 44	4	7 46,5	0 2,5
(16.0.5):(100)	38 43 — 39 20	38 49	3	38 36	0 13
(18.0.5):(104)	32 1 — 34 34	33 46	5	33 45	0 4

Ausser den schon früher bekannten Formen: {100}, {010}, {110}, {230}, {104}, {124}, {121}, {131}, {131} hat Verf. folgende neue Formen beobachtet: {014}, {340}, {201}, ?{16.0.5}, ?{18.0.5}; die zwei letzten sind fraglich.

Beobachtungen über den Einfluss verschiedener Bedingungen auf den Habitus der Krystalle haben gezeigt, dass die Zahl der einfachen Formen von der Temperatur abhängig ist und im Allgemeinen überhaupt mit der letzteren wächst. Dagegen wird die Zahl der einfachen Formen geringer, je reiner die Lösung ist, aus welcher die Krystalle sich ausscheiden.

Ref.: V. v. Worobieff.

24. W. Tarassenko (in Kiew): **Materialien zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Kalknatron-Plagioklase** (Schrift. d. Naturf. Gesellschaft zu Kiew, 1900, 16, Heft 2, 365—496).

Den ersten Theil (S. 365—430) dieser grossen Monographie bildet ein eingehender historischer Ueberblick über die bisherigen Hauptarbeiten auf dem Gebiete des Studiums der chemischen Natur der Kalknatron-Plagioklase. Aus diesem Ueberblick sieht man, dass man gegenwärtig den Zusammenhang zwischen der Form, den physikalischen und den chemischen Eigenschaften bei den Kalknatron-Plagioklasen mit dem gleichen Rechte subjectiver Ueberzeugung sowohl durch die Tschermak'sche Theorie, wie auch durch die Existenz von Plagioklasen genau bestimmter Zusammensetzung, welche untereinander nach Art der Glieder einer homologen Reihe verbunden sind, erklären könne. Verf. meint, dass für die Lösung der Frage besonders wichtig wäre zu untersuchen, ob aus verschiedenen Magmen Plagioklase bestimmter Zusammensetzung krystallisiren, oder ob sich eine ununterbrochene Reihe von Plagioklasgliedern in bestimmten Grenzen für jeden speciellen Fall bildet. Man braucht also für diesen Zweck möglichst genaue und systematische chemische und optische Untersuchungen von aus magnetisch verschiedenen Gesteinen stammenden Plagioklasen, welche für jeden Fundort nach ihrem specifischen Gewichte in verschiedene Portionen zu theilen sind. Grosse Bedeutung für diese Frage hat auch die unvollständige Zersetzung von Kalknatron-Plagioklasen bestimmter chemischer Zusammensetzung durch Säuren und Analysen des durch die Säure zersetzten und des unzersetzten Antheiles. Zu solchen Untersuchungen sind die nicht selten mehrere Centimeter im Durchmesser haltenden Plagioklase aus den Gesteinen der Gabbro-Norit-Syenitformationen der Gouvernements Kiew und Wollhynien sehr geeignet. Den zweiten Theil der Monographie bilden die Untersuchungen dieser Plagioklase.

Labrador von Selischtsche. Der bei den Dörfern Selischtsche und Waskowitschi (Gouvernement Wolhynien) anstehende Labradorit besteht entweder fast ausschliesslich aus sehr reinem Labrador (Labradorfels), oder aber es kommt noch dazu Hypersthen, und das Gestein ist einem gewöhnlichen Norit ähnlich. Die Farbe des Gesteines ist hell, die Dimensionen der einzelnen Plagioklase sind 2—3 cm, bisweilen bis 6 cm. Das Gestein ist sehr frisch, kaum in den ersten Stadien der Zersetzung (nur in der Nähe von Rissen findet man zuweilen kleine Sericitschuppen). Als Analysenmaterial wurden 70 g ausgelesener Spaltungsblättchen von Plagioklas, mit deutlicher Zwillingsstreifung auf jedem Blättchen, genommen. Das Material wurde dann zerkleinert und 25,5 g in den Korngrössen 0,6—0,9 mm mittelst Thoulet'scher Lösung in sechs Portionen mit folgenden specifischen Gewichten getheilt:

Menge in Gramm:		Spec. Gew.:
1.	0,5	< 2,647
2.	1,1	2,647—2,669
3.	9	2,669—2,675
4.	11	2,675—2,680
5.	2,9	2,680—2,710
6.	0,07	> 2,710.

Die Portionen 2—5 wurden analysirt nach den besten Methoden und mit extra gereinigten Reagentien. Die Analysenresultate sind in der Tabelle I zu sehen (für einige Portionen wurden zwei Analysen gemacht, die Differenzen sind aber überall sehr klein und in der Tabelle sind die Mittelwerthe angegeben). Dieselben Analysen, auf 100 berechnet nach Ausscheidung des Verlustes bei 1200° C. und des Glühverlustes, sowie von Fe_2O_3 und TiO_2 , sind in der Tabelle II zusammengestellt. Die Rubrik »Maximale Differenzen« bedeutet den Unterschied zwischen der grössten und kleinsten Procentzahl der einzelnen Oxyde. Sodann wurden die Auslöschungsrichtungen auf den Flächen *P* und *M* an 6 bis 14 Blättchen zu wiederholten Malen gemessen, und die Maxima, Minima und Mittelwerthe sind ebenfalls in Tabelle II angegeben. Aus den in den Tabellen angeführten Daten ergibt sich, dass trotz des grossen Unterschiedes im specifischen Gewichte

Tabelle I.

Specifisches Gewicht	Plagioklas von Selischtsche				Plagioklas von Gorodischtsche							
	2,647—2,669	2,669—2,675	2,675—2,680	2,680—2,710	2,647—2,669	2,669—2,680	2,680—2,692	2,692—2,697	2,697—2,698	2,698—2,710	2,710—2,756	
SiO_2	55,09	55,26	55,33	55,33	53,98	53,97	53,93	53,44	53,10	52,52	52,34	
Al_2O_3	28,44	28,25	28,30	28,02	29,38	28,94	29,32	29,27	29,37	30,17	28,84	
$Fe_2O_3 + TiO_2$	0,41	0,34	0,30	0,42	1,05	0,68	0,81	0,60	0,81	0,70	2,02	
MgO	—	—	—	—	0,08	0,09	0,09	0,06	0,09	0,03	0,24	
CaO	10,04	10,15	10,32	10,25	10,87	11,16	11,52	11,68	11,86	12,13	11,83	
Na_2O	5,12	5,37	5,14	5,04	4,32	4,55	4,56	4,60	4,42	3,70	4,62	
K_2O	1,11	1,05	0,98	1,26	1,33	0,92	0,87	0,91	0,89	0,79	0,71	
Verl. b. 1260° C.	0,11	0,04	0,08	0,05	0,10	0,05	0,04	0,06	0,07	0,05	0,06	
Glühverlust	0,35	0,36	0,33	0,36	0,46	0,31	0,33	0,32	0,26	0,35	0,39	
Summe	100,64	100,82	100,78	100,73	101,57	100,67	101,17	100,94	100,87	100,44	101,02	

die chemische Zusammensetzung aller Portionen eine gleiche ist, resp. die Differenzen so klein sind, dass sie innerhalb der möglichen analytischen Fehlergrenzen liegen. Zu gleicher Zeit sind aber die Abweichungen von der aus dem spezifischen Gewichte nach Tschermak's Formel berechneten theoretischen Zusammensetzung sehr bedeutend, was aus folgender Tabelle ganz deutlich hervorgeht (a. bedeutet die theoretische Zusammensetzung desjenigen Plagioklases, dessen spezifisches Gewicht das arithmetische Mittel zwischen den in der betreffenden Rubrik angegebenen spezifischen Gewichten bildet, b. die Zahlenwerthe der Analysen).

Spec. Gew.:	2,647—2,669	2,669—2,675	2,675—2,680	2,680—2,710
	a. b.	a. b.	a. b.	a. b.
<i>SiO₂</i>	61,93 55,22	59,28 55,21	58,24 55,29	55,03 55,39
<i>Al₂O₃</i>	24,05 28,51	25,83 28,23	26,54 28,28	28,70 28,05
<i>CaO</i>	5,41 10,03	7,50 10,14	8,32 10,31	10,85 10,26
<i>Na₂O</i>	8,61 5,13	7,39 5,37	6,90 5,14	5,42 5,04
<i>K₂O</i>	— 1,11	— 1,05	— 0,98	— 1,26

Wenn wir die Differenzen zwischen den theoretischen Werthen der chemischen Zusammensetzung für die Portionen mit dem spec. Gew. 2,647 (I) und 2,710 (II) einerseits (a) und die grössten Differenzen zwischen den gefundenen Werthen für alle Portionen des Plagioklas von Selischtsche (b) zusammenstellen, erhalten wir:

	I.	II.	a.	b.
<i>SiO₂</i>	63,99	52,27	11,72	0,18
<i>Al₂O₃</i>	22,65	30,56	7,91	0,46
<i>CaO</i>	3,79	13,02	9,23	0,28
<i>Na₂O</i>	9,79	4,15	5,64	0,33

Wenn wir aber die theoretische Zusammensetzung für die Plagioklasse mit dem mittleren spec. Gew. der ersten Portion, also mit dem spec. Gew. $\frac{2,647 + 2,669}{2} = 2,658$ (a), und diejenige für das mittlere spec. Gew. der

letzten Portion, also $\frac{2,670 + 2,710}{2} = 2,695$ (b), vergleichen, so erhalten wir

doch noch zu grosse Differenzen, welche bedeutend grösser sind, als diejenigen zwischen den gefundenen Werthen für die Portionen des Plagioklas von Selischtsche:

	a.	b.	Diff.:
<i>SiO₂</i>	61,93	55,03	6,90
<i>Al₂O₃</i>	24,05	28,70	4,65
<i>CaO</i>	5,41	10,85	5,44
<i>Na₂O</i>	8,61	5,42	3,19

Die gewonnenen Resultate sind in vielen Beziehungen interessant, zunächst darin, dass sie die Schwäche des Beweises beleuchten, welcher zu Gunsten der Tschermak'schen Theorie oft herangezogen wird, nämlich die Proportionalität zwischen spezifischem Gewichte und chemischer Zusammensetzung der *Ca-Na*-Plagioklasse. Bei constanter chemischer Zusammensetzung schwankt das spec. Gew. der Plagioklasse von Selischtsche zwischen 2,647—2,710 (für die 81,40% der Hauptmasse nur zwischen 2,669—2,680). Die Ursache kann hier nur in einer Porosität gesucht werden, was zuweilen unter dem Mikroskope direct sicht-

bar wird, aber in vielen Fällen der Beobachtung entgehen und in der Gesamtheit sehr bedeutenden Effect hervorrufen kann. Die Schwankungen der Auslöschungsschiefen stellt man ebenfalls in Zusammenhang mit der verschiedenen chemischen Zusammensetzung. Bei den untersuchten Plagioklasen von Selischtsche aber, obgleich die Schwankungen sehr gross sind (Tabelle II), sind alle Portionen von gleicher Zusammensetzung. Diese Erscheinung wird jedoch nicht so auffallend erscheinen, wenn wir in Betracht ziehen, dass so grosse Differenzen nur dann erscheinen, wenn wir einzelne Blättchen untersuchen; bei einem Vergleiche der mittleren Auslöschung der einzelnen Portionen verringern sich vielmehr diese Differenzen auf 1^0 für *P* und $1,9^0$ für *M*. Bemerkenswerth ist auch die Thatsache, dass bei diesen Plagioklasen nicht nur eine ziemlich bedeutende, sondern in allen Portionen gleichbleibende Menge von Kalisilicat (ungefähr 6,5 %) sich findet.

Im Allgemeinen stehen also die Analysen der Labradorite von Selischtsche in starken Widerspruche mit der Tschermak'schen Theorie. Nur in der Beziehung ist diese Theorie passend, dass wir wirklich jeden Plagioklas als eine Mischung in einfachem Verhältnisse von Albit- und Anorthitsubstanz bezeichnen können, und zwar wird für diesen Fall das Verhältniss: Ab_1An_1 . Wie genau diese Formel der Wirklichkeit entspricht, kann man aus dem Folgenden erschen:

	Theorie:	Analyse (Mitt. v. 4 Anal.):	Diff.:
SiO_2	55,22	55,28	+0,06
Al_2O_3	28,44	28,27	-0,17
CaO	40,31	40,18	-0,13
Na_2O	5,07	5,17	+0,10
K_2O	0,96	1,10	+0,14

Die Labradorportion mit dem spec. Gew. 2,675—2,680 wurde in zwei Versuchen mit *HCl* zersetzt. Tabelle III S. 184 giebt die Resultate dieser Versuche.

Labrador von Gorodischtsche. Der Labradorit von Gorodischtsche besteht hauptsächlich aus Labrador, ist aber nicht so rein, wie der von Sedischtsche. Hypersthen und Titaneisen kommen fast immer vor, seltener Diallag, Biotit, Hornblende, Apatit, Pyrit, Orthoklas, Quarz. Der Labrador ist reich an mikroskopischen Einschlüssen von Titaneisen, auch von Orthoklas. Die letzten sind bisweilen so zahlreich, dass der Labrador im Schliffe faserig erscheint. Seltener sind Einschlüsse von Pyroxen. Im Allgemeinen haben die Plagioklase von Gorodischtsche einen ganz anderen Charakter, als die von Selischtsche, was jedoch natürlich ist, weil sie unter ganz anderen Verhältnissen sich bildeten, als die Labradore von Selischtsche. Die Existenz von Granitschlieren in diesem Labradorit und die Analyse des Gesteins zeigen, dass der Labrador von Gorodischtsche sich in einem Magma ausschied, welches nicht nur reich an *Fe* und *Mg*, sondern auch reich an *K* und *Na*-Alumosilicaten war, während der Labrador von Selischtsche in einem mit ihm fast identischen Magma sich bildete. Die Untersuchung dieser Plagioklase von Gorodischtsche war besonders interessant, weil nach Retgers' Meinung unter solchen Verhältnissen die Ausscheidung von Plagioklasen mit verschiedenem Verhältnisse zwischen *Ab*- und *An*-Silicat zu erwarten ist. Natürlich sind die Resultate dieser Untersuchung der grossen Menge von mikroskopischen Einschlüssen wegen nicht so übereinstimmend, wie das bei dem Labrador von Selischtsche der Fall ist. Die Gewinnung von Untersuchungsmaterial geschah gleich derjenigen aus dem Labrador von Selischtsche; es wurde 50 g Material erhalten und dies in folgende Portionen getheilt:

	Spec. Gew.:	Menge in	
		g	%
1.	< 2,647	0,7	1,46
2.	2,647—2,669	1,6	3,35
3.	2,669—2,680	3,5	7,32
4.	2,680—2,692	8,2	17,16
5.	2,692—2,697	13,5	28,24
6.	2,697—2,698	8,8	18,41
7.	2,698—2,710	6,2	12,97
8.	2,710—2,756	4,1	8,58
9.	> 2,756	1,2	2,51

Die Resultate der chemischen Untersuchung der einzelnen Portionen sind in der Tabelle I S. 183 zu sehen, auf 100⁰ berechnet in Tabelle II, in der letzteren auch die Auslöschungswinkel. Diese Zusammenstellungen zeigen deutlich, dass bei diesem Labrador keine Uebereinstimmung mit der Tschermak'schen Theorie zu beobachten ist. Obgleich das spec. Gew. von sieben analysirten Portionen in sehr grossen Grenzen schwankt, stimmen doch die Resultate der Analysen sehr gut miteinander überein. Die kleinen Differenzen in der Menge der einzelnen Oxyde können ganz gut durch die Einschlüsse von Orthoklas erklärt werden. Die folgende Zusammenstellung zeigt dies ganz deutlich: a. bedeutet die theoretische Zusammensetzung des Plagioklas mit dem spec. Gew. 2,647; b. dieselbe mit dem spec. Gew. 2,756; c. die Differenzen beider Reihen; d. die maximalen Differenzen in der Menge der Oxyde im Labrador von Gorodischsche.

	a.	b.	c.	d.
SiO_2	63,99	43,88	20,11	1,30
Al_2O_3	22,55	36,23	13,58	1,28
CaO	3,79	19,62	15,83	1,34
Na_2O	9,57	0,27	9,30	0,99

Also haben wir in diesem Labrador wieder nicht mit einer verschiedenartigen Mischung von *Ab*- und *An*-Silicat zu thun.

Die chemische Zusammensetzung aller Portionen entspricht genau der Formel Ab_2An_3 [speciell *Or*, Ab_7An_{12} (b.) oder *Or*, Ab_9An_{15} (c.)], was die folgende Zusammenstellung deutlich zeigt (a. bedeutet die mittlere Zusammensetzung der drei specifisch schwersten Portionen):

	a.	b.	c.
SiO_2	53,05	53,00	53,03
Al_2O_3	29,77	29,88	29,90
CaO	12,08	12,28	12,29
NaO	4,30	3,98	4,09
K_2O	0,80	0,86	0,69

Die Resultate aller dieser Untersuchungen lassen den Verf. ganz entschieden die Ansicht vertreten, dass 1) die Kalknatronplagioklase keine isomorphen oder morphotropen Mischungen von *Ab*- und *An*-Silicat sind; 2) dass keine regelmässige Beziehung zwischen dem spec. Gew. und der chemischen Zusammensetzung zu beobachten ist; 3) dass überhaupt die Kalknatronplagioklase bestimmte Verbindungen von Albit- und Anorthitsubstanz darstellen.

Ref.: V. v. Worobieff.

25. K. Glinka (in Nowo-Alexandria): Ueber einige Reactionen der Aluminiumhydrosilicate (Verhandl. d. kais. russ. min. Ges. 1900, **37**, 311—332).

Die Arbeit bildet die Fortsetzung der schon früher vom Verf. publicirten (diese Zeitschr. **32**, 79) Untersuchung. Es wurde eine Reihe künstlicher Silicate untersucht, welche bei der Neutralisirung der Lösungen von Aluminiumhydrosilicaten in 33 0/0, 5 0/0 und 1 0/0 starker Kalilauge durch HCl ausfallen.

1) Reiner Hydrargillit wurde eine halbe Stunde mit 33 0/0 starker KHO -L. gekocht und in gleicher Weise auch amorphe SiO_2 behandelt, dann beide Lösungen gemischt und mit HCl neutralisirt. Das Verhältniss $Al_2O_3 : SiO_2$ in der Lösung war 1,78 : 1. Das ausgeschiedene Silicat hat die Zusammensetzung: H_2O 11,17, SiO_2 36,76, Al_2O_3 26,89, K_2O 25,18, also $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2,31$, $Al_2O_3 : K_2O = 1 : 1$, $Al_2O_3 : H_2O = 1 : 2,35$.

2) Halloysit von Sunium (Griechenland) wurde ebenso behandelt. Das ausgefallene Silicat war von der Zusammensetzung: H_2O 10,02, SiO_2 39,22, Al_2O_3 27,14, K_2O 22,60, also $Al_2O_3 : K_2O = 1,1 : 1$, $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2,43$, $Al_2O_3 : H_2O = 1 : 2,08$.

3) Kaolin von Cornwall wurde nach starkem Glühen (über dem Möncke-Brenner) gleich dem vorigen behandelt. In der Lösung ist nach dem Abkühlen ein Silicat ausgefallen, dessen Zusammensetzung war: H_2O 11,39, SiO_2 40,22, Al_2O_3 24,95, K_2O 23,50, also $Al_2O_3 : K_2O = 1 : 1,02$, $Al_2O_3 : H_2O = 1 : 2,59$, $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2,71$. Nachdem die Lösung mit HCl neutralisirt war, ist ein zweites Silicat ausgeschieden, dessen Zusammensetzung: H_2O 10,57, SiO_2 50,27, Al_2O_3 19,48, K_2O 19,60, also $Al_2O_3 : K_2O = 1 : 1,09$, $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 4,36$, $Al_2O_3 : H_2O = 1 : 3,08$.

4) Derselbe Versuch wurde noch einmal wiederholt; das erste Silicat ergab $Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2,97$; nach dem Abfiltriren dieses Silicates wurde zu der Lösung viermal (je eine kleine Menge) HCl zugesetzt (die Lösung war am Schlusse noch nicht neutralisirt, enthielt aber keine Spur Al_2O_3 mehr) und vier Aluminiumhydrosilicate erhalten. Jedes von diesen Silicaten wurde mit 5 0/0 starker KHO -Lösung behandelt¹⁾. Die Analysen von allen vier Lösungen ergaben für das Verhältniss $Al_2O_3 : SiO_2$:

	I.	II.	III.	IV.
1. Behandlung	1 : 2,29	1 : 2,32	1 : 2,32	1 : 28,65
2. -	1 : 2,39	1 : 2,22	1 : 2,31	1 : 4,12
3. -	1 : 2,46	1 : 2,23	1 : 2,44	1 : 3
Mittel	1 : 2,37	1 : 2,18	1 : 2,33	1 : 8,65

4) Verf. zeigt deutlich, dass bei der Lösung der Aluminiumhydrosilicate mit KHO genau das gleiche Verhältniss $Al_2O_3 : SiO_2$ in die Lösung geht, wie es im Silicat enthalten war; er giebt als Beispiele die Auflösung von Orthoklas, Pyrophyllit, Analcim, Thomsonit. Wenn aber eine Substanz noch freie SiO_2 enthält, so geht im Anfange hauptsächlich diese SiO_2 in die Lösung und dann erst fängt das Silicat selbst an sich zu lösen. Nur die Mineralien der Natrolithgruppe folgen dieser Regel nicht; Natrolith von Langesund (Norwegen) wurde viermal mit 5 0/0 iger KHO -Lösung bei 400° behandelt, und die Analysen der Filtrate ergaben:

	$Al_2O_3 : SiO_2$
1. Behandlung	1 : 2,63
2. -	1 : 2,63
3. -	1 : 2,67
4. -	1 : 2,66
Mittel	1 : 2,65

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass hier keine einfache Lösung der Substanz, sondern eine complicirtere Reaction vor sich geht. Verf. meint, dass hier ein Uebergang des Natroliths in ein neutrales Salz der Metakieselsäure stattfindet.

Hier sieht man ganz deutlich, dass die drei ersten Silicate ganz bestimmte chemische Verbindungen darstellen, das letzte dagegen auch freie SiO_2 beigemengt enthält.

Wie Verf. annimmt, hat er in allen diesen Versuchen überall das gleiche Silicat erhalten, nämlich $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, oder richtiger: eine Mischung von Silicaten, welche den Kern $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ enthalten und bei denen das Wasser mehr oder weniger durch SiO_2 vertreten ist.

Die Untersuchungen mit schwächeren Lösungen von KHIO haben dieselben Resultate geliefert.

5) Amorphe Kieselsäure und Hydrargillit wurden mit je 400 ccm 5%iger starker KHO gekocht, dann gemischt und mit HCl nicht ganz neutralisirt. Das ausgeschiedene Silicat wurde getrocknet und dreimal mit 5%iger starker KHO -L. behandelt. Das Verhältniss $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ war:

1. Behandlung	4 : 2,29
2. -	4 : 2,32
3. -	4 : 2,40
Mittel	4 : 2,34

Hier haben wir also wieder dasselbe Silicat, wie bei der Benutzung der 33%igen KHO -Lösung.

6) Derselbe Versuch mit 4%iger starker KHO -L. hat unter denselben Umständen ein Silicat gegeben, welches fünfmal mit 5%iger starker KHO -L. behandelt wurde und für $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ ergab:

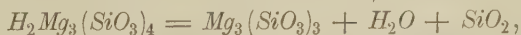
1. Behandlung	4 : 2,26
2. -	4 : 2,55
3. -	4 : 2,54
4. -	4 : 2,47
5. -	4 : 2,69
Mittel	4 : 2,51

Also wieder dasselbe Silicat.

Aus allen diesen Experimenten geht hervor, dass weder die Stärke der KHO -Lösung, noch das Verhältniss $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ ¹⁾ in der erhaltenen Lösung einen Einfluss auf die Zusammensetzung des sich ausscheidenden Silicates haben.

Am Schlusse spricht Verf. seine Meinung über die Wirkung des H_2O auf den Kalinephelin aus; diese Reaction ist nach ihm Uebergang des neutralen Salzes in ein saures Salz, ein Process, welcher in der Natur sehr häufig stattfindet.

Die bekannte Eigenschaft des Talkes, dass nach starkem Glühen ein Viertel seiner SiO_2 in Kalicarbonat löslich ist, erklärt Verf. als einen Uebergang des Talkes in ein neutrales Salz und freie Kieselsäure, nämlich:



analog den Salzen: $2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, oder $2\text{NaHSO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$.

Ref.: V. v. Worobieff.

4) Bei allen Experimenten war das Verhältniss $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2$ in der Lösung in sehr weiten Grenzen schwankend, nämlich:

1. Experiment	4 : 0,56
2. -	4 : 2
3. -	4 : 6
4. -	4 : 5,36
5. -	4 : 2,56
6. -	4 : 2,5

26. M. Weibull (in Alnarp, Åkarp, Schweden): **Einige Kalkspathkrystalle von Gräsberg, Dalecarlien** (Geol. Fören. Förh. 1900, 49—27).

In Spaltenausfüllungen und Drusenräumen des Eisenerzvorkommens der genannten Localität finden sich, ausser recht schönen Bergkrystallen, auch Krystalle von Kalkspath, bisweilen von bis 2 kg Gewicht. Von den eingehend untersuchten Krystallen ist Nr. 1 eine 4 cm dicke und 40 cm breite Platte, begrenzt von der Basis, einem Skalenöder, sowie untergeordnet der Pyramide {917}. Das Skalenöder scheint {201} gewesen zu sein, obwohl durch Lösung grösstentheils in {503} übergegangen. Krystall Nr. 2 ist 23×14 cm gross und von skalenoëdrischem Habitus. Er zeigt sich aus einem Kerne mit zwei Hüllen bestehend, welche sich durch ihre Farbe unterscheiden und übrigens durch dünne Lagen von Chlorit und Göthit getrennt sind. Hierdurch lässt sich erkennen, dass der Kern von {201} begrenzt ist, die erste Hülle dagegen von {503} und die zweite Hülle von {917}. Die Krystalle Nr. 3 und 4 sind übereinstimmend mit Nr. 2. Um zu prüfen, ob zwischen den von den verschiedenen Krystallflächen begrenzten Partien der Krystalle ein chemischer Unterschied vorhanden war, wurden die Mengen von $FeCO_3$ und $MgCO_3$ im Kerne und in den beiden Hüllen bestimmt, wobei die folgenden Resultate erhalten wurden:

	Nr.	{201} (Kern):	{503} (1. Hülle):	(2. Hülle):
$FeCO_3$	1	0!		
$FeCO_3$	2	Spur, nicht bestimmbar	0,75 % (Göthit!)	0,10 %
$FeCO_3$	3	0,033 %	0,076	0,066
$MgCO_3$	1	0,029		
$MgCO_3$	2	0,032	0,10	0,095
$MgCO_3$	3	0,025	0,08	0,061

Aus diesen Analysenresultaten schliesst der Verf., 1) dass eine jede der von den drei Formen {201}, {503} und {917} begrenzten Varietäten ein sehr reiner Calcit ist, nur spurenweise von $MgCO_3$ und $FeCO_3$ verunreinigt; 2) {201}, welches als Kern in allen drei Krystallen auftritt, ist am reinsten und enthält nur bis 0,032 % $MgCO_3$, während $FeCO_3$ sicherlich fehlt; 3) {503}, welches als eine dünne Hülle {201} in den Krystallen 2 und 3 umschliesst, enthält etwa dreimal mehr $MgCO_3$, sowie etwas $FeCO_3$ (und Göthiteinschlüsse); 4) die zweite äusserste Hülle, von {917} begrenzt, ist zwar frei von Göthit, scheint aber sonst mit der ersten Hülle chemisch identisch zu sein. Verf. will jedoch nicht behaupten, dass die Ursachen der Bildung dieser von verschiedenen Formen begrenzten Schalen nur in den kleinen Verschiedenheiten der chemischen Zusammensetzung liegen.

Ref.: H. Bäckström.

27. Derselbe: Ueber Barylit und Cordierit (Ebenda 33—42).

Im Jahre 1874 fand Blomstrand in den Långbansgruben ein Mineral von der Zusammensetzung $4BaO.2Al_2O_3.7SiO_2$; eine eingehendere krystallographisch-physikalische Untersuchung wurde in Aussicht gestellt, wurde aber niemals gegeben. Verf. hat jetzt das Material von Blomstrand studirt und Folgendes gefunden:

Die Krystalle sind in der Regel tafelförmig nach einem Flächenpaare, das als {100} angenommen wird. Ausser {100} finden sich keine Krystallflächen ausgebildet. Nach {100} spaltet das Mineral gut; ausserdem aber auch nach vier anderen Flächen, von welchen zwei prismatisch {110} und {110}, und zwei

pinakoidal sind (010) und (001). An Spaltstücken wurden folgende Winkel gemessen:

(110):(100) und (1 $\bar{1}$ 0):(100)	= 22° 6' — 22° 21' (5 Messungen)
(100):(010)	90 5 — 90 24 (2 -)
(100):(001)	89 55 — 90 3 (2 -)
(010):(001)	90° ca. (1 -)

Der Barylith ist demnach rhombisch mit dem Axenverhältnisse

$$a : b : c = 0,4084 : 1 : ?.$$

Die Farbe ist genau dieselbe wie bei gewöhnlichem milchweissen Quarz, was auch hier durch die reichliche Anwesenheit von Flüssigkeitseinschlüssen bedingt wird. Die optischen Axen liegen in (001), die erste Bisectrix ist positiv und tritt in Spaltblättchen nach (100), der besten Spalt Richtung, senkrecht aus. Die Dispersion der Axen ist hier klein, $\rho > \nu$, und deutlich disymmetrisch. Nach Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten $\beta = 1,685$ wurde der wahre Axenwinkel zu etwa 65° für Na-Licht gefunden. Doppelbrechung mittelmässig, $\gamma - \alpha$ etwa 0,014.

Ueber die Stellung des Barylith im mineralogischen Systeme gehen die Meinungen noch auseinander. Ausser auf die schon von Blomstrand ange-deutete Verwandtschaft mit Cordierit weist Verf. auch auf die Analogie mit gewissen Mineralien der Olivengruppe, besonders Knebelit, hin. Werden Barylith, Cordierit und Knebelit als Derivate der einander vertretenden Kieselsäuren H_4SiO_4 und $H_4Si_3O_8$ aufgefasst, so ergibt sich eine gewisse, vom Verf. mittelst Struc-turformeln veranschaulichte Analogie.

Verf. bespricht zuletzt die Rolle des Wassers im Cordierit und kommt zu dem Resultate, dass der Wassergehalt ausschliesslich in den Zersetzungsproducten des Mineralen steckt; bis jetzt wäre kein nachweislich vollständig frischer Cor-dierit in Bezug auf seinen Wassergehalt näher untersucht worden.

Einen Cordierit von der Långfallsgrube im Kirchspiel Grangårde, makro-skopisch aussergewöhnlich durchsichtig und rein, mikroskopisch aber an Spalten zu Muscovit, Talk und Kaolin, welche auf ein paar Procent seiner Masse geschätzt wurden, zersetzt und ferner Einschlüsse von Sillimanit und organischem Pigment enthaltend, wurde von L. Ramberg analysirt mit den folgenden Resultaten: MgO 44,46, FeO 2,96, MnO Spur, Al_2O_3 32,54, Fe_2O_3 0,95, SiO_2 48,90, H_2O (Glühverlust) 2,42, Summe 99,23.

Von dem Wasser geht $\frac{1}{3}$ unter 300°, $\frac{1}{2}$ zwischen 300° und 500° bis 550° fort, und nur etwa $\frac{1}{6}$ braucht kräftiges Glühen, um ausgetrieben zu werden.

Ref.: H. Bäckström.

28. Hj. Sjögren (in Stockholm): Ueber die Art des Vorkommens des Silbers in dem Erze von Sala (Ebenda 478—485).

Das Silber kann nicht, wie früher angenommen, ausschliesslich als silber-haltiger Bleiglanz vorkommen, denn der Silbergehalt lässt sich durch mechanische Processe erhöhen und das Silber zum Theil ausziehen. Verf. behauptet des-halb, dass »ein Drittel bis die Hälfte des Silbergehaltes des Salaerzes als Silberglanz und der Rest als silberhaltiger Bleiglanz vorkommt«.

Ref.: H. Bäckström.

29. Hj. Sjögren (in Stockholm): **Die chemische Zusammensetzung des Silberamalgams von Sala** (Geol. Fören. Förh. 1900, 187—190).

Das Silberamalgam von Sala, über dessen Wiederauffinden früher berichtet wurde (diese Zeitschr. **32**, 611), kommt in zwei Varietäten vor.

A. Erbsen- bis bohnen-grosse Krystallé, ziemlich flächenreiche Combinationen der Formen {110}, {111}, {211}, {400} zeigend. Die Kanten sind abgerundet. Das Amalgam kommt in kleinen Drusenräumen vor, welche theilweise von Quecksilber gefüllt sind, das nur mit Schwierigkeit von den Amalgamkrystallen entfernt werden kann. Das Mineral ist silberweiss, stark glänzend, spröde und hat schaligen Bruch. Spec. Gew. **13,74**. Die von R. Mauzelius ausgeführte Analyse ergab: *Ag* 26,48, *Hg* 73,44, Summe 99,92, entsprechend der Formel Ag_2Hg_3 .

B. Derbe Spaltenfüllungen; dieses Mineral läuft mit gelblicher Farbe an, hat hakigen Bruch und ist wenig spröde oder mild. Spec. Gew. **11,56**. Reines Analysenmaterial liess sich nicht erhalten, da die dünnen Belege nicht vollständig von der Unterlage getrennt werden konnten und demnach durch Zinkblende, Kupferkies (?), Schwefelkies (?) sowie Silicate verunreinigt wurden. Die von R. Mauzelius ausgeführte Analyse ergab: *Ag* 27,25, *Hg* 63,86, *Cu* 1,38, *Zn* 1,37, *Fe* 1,97, *S* (Verlust) 3,21, ungelöste Silicate **0,96**. Werden die fremden Minerale abgezogen, so ergibt sich für das Amalgam 29,91 *Ag* und 70,09 *Hg*, was ziemlich nahe Ag_5Hg_6 kommt.

Die von Th. Nordström 1884 mitgetheilte Analyse zeigte 46,30 *Ag* und 51,42 *Hg* ausser etwas *Fe*, *Zn*, *Pb*, $CaCO_3$ und Silicaten.

Ref.: H. Bäckström.

30. A. Hamberg (in Stockholm): **Das Mineralvorkommen von Skruppetorp** (Ebenda 220).

Bei Skruppetorp im Kirchspiel Godegård, Gouvernement Linköping, findet sich ein Gang von Pegmatit mit verschiedenen Mineralien, u. a. Turmalin in bis 2—3 m langen und 1 m breiten Krystallen, sowie Triplit, der als für Schweden neu bezeichnet wird (vgl. jedoch den aus Horrsjöberg von Igelström beschriebenen »Talktriplit«, diese Zeitschr. **8**, 656).

Ref.: H. Bäckström.

31. G. Bodman (in Upsala): **Ueber Isomorphie zwischen Salzen von Wismuth und von einigen der seltenen Erdmetalle** (Bihang till Vet.-Akad. Handl. 1900, **26**, II. Nr. 3).

Die Untersuchung, über welche in dieser Zeitschr. **32**, 613 berichtet worden ist, wurde fortgesetzt und erweitert. Ausser den zuerst untersuchten Mischkrystallen zwischen Wismuth- und Didymnitrat werden hier Resultate mitgetheilt über Mischkrystalle von Wismuthnitrat mit Lanthan- und Yttriumnitrat, sowie von Wismuthsulfat und Didym-, Lanthan- und Yttriumsulfat. Die spec. Gew. wurden theils durch Wägung in Benzol, theils — bei spec. Gew. unter **2,87** — nach der Schwebemethode durch Vermittelung einer Mischung von Bromoform und Benzol bestimmt. Das Analysenmaterial wurde womöglichst durch Trennung in einer Bromoform-Benzolmischung in Bezug auf das spec. Gew. einheitlich gemacht.

Die Mischkrystalle von Didym- und Wismuthnitrat gehören zwei Typen an. Es sind theils kräftig roth gefärbte Krystalle mit einem spec. Gew. wechselnd

zwischen 2,296 und 2,480, während die Summe der Oxyde sich zwischen 38,93—42,83% verändert, entsprechend einem Verhältnisse von $Di : Bi = 4 : 1$ bis $4 : 1$. Diese Krystalle haben die Zusammensetzung $(Di, Bi)(NO_3)_3 + 6H_2O$. Die zweite Serie von Mischkrystallen ist nur schwach amethystroth gefärbt. Das spec. Gew. wechselt zwischen 2,700—2,813, während der Oxydgehalt von 46,46—47,65% steigt, entsprechend einem Verhältnisse $Di : Bi$ kleiner als $4 : 4$. Der Wassergehalt dieser wismuthreicheren Mischkrystalle beträgt nur 5 Moleküle. (Zwischen $Di : Bi = 1 : 1$ und $Di : Bi = 4 : 4$ scheint demnach eine Lücke zu sein.)

Auch die Mischkrystalle von Wismuth- und Lanthannitrat gehören zwei verschiedenen Typen an. Die erste Serie mit vorherrschendem Wismuthnitrat zeigt das spec. Gew. und den Wassergehalt des Wismuthnitrates, die Krystalle enthielten zwischen 55 und 12,6 Bi auf 1 La . Die einzige erhaltene Fraction mit vorherrschendem Lanthannitrat hatte das Verhältniss $La : Bi = 67 : 1$; der Wassergehalt betrug 6 Mol. und das spec. Gew. 2,367.

Von den Mischkrystallen zwischen Wismuth- und Yttriumnitrat wird nur vorübergehend mitgetheilt, dass sie ebenfalls zwei Typen angehören, theils mit 47,65—43,59% Oxyden und mit einem spec. Gew. von 2,816—2,653, und theils, bei überwiegendem Yttriumnitrat, mit einer Oxydsomme von 35,63—32,76% und einem spec. Gew. von 2,286—2,452.

Bei den Sulfaten wurde nur die wismutharme Mischung erhalten. Mit Didymsulfat hatten die Krystalle die Zusammensetzung $(Di, Bi)_2(SO_4)_3 + 8H_2O$, worin $Di : Bi$ zwischen 49 : 1 und 2 : 1 wechselte, gleichzeitig mit einer Aenderung des spec. Gew. von 2,85—3,067. Die Krystalle der Zusammensetzung $(La, Bi)_2(SO_4)_3 + 9H_2O$ zeigten von 7,4 bis 149 Mol. Lanthansulfat auf 1 Mol. Wismuthsulfat, das spec. Gew. bewegte sich von 2,870—2,847. Krystalle der Zusammensetzung $(La, Bi)_2(SO_4)_3 + 5H_2O$ wurden bei Wasserbadtemperatur erhalten. Sie enthielten 9,37—210 La auf 1 Bi . Spec. Gew. 3,148—3,405. Die Krystalle von $(Y, Bi)_2(SO_4)_3 + 8H_2O$ zeigten eine continuirliche Aenderung von 0,84% bis 15,34% $Bi_2(SO_4)_3$, entsprechend $Y : Bi = 139 : 1$ bis 6,15 : 1, mit gleichzeitiger Aenderung des spec. Gew. von 2,554 zu 2,654.

Ref.: H. Bäckström.

32. A. Hamberg (in Stockholm): Ueber das sogenannte Krystallwasser sowie über den Wassergehalt der Zeolithmineralien (Svensk Kemisk Tidskrift 1900, 103—113).

Eine übersichtliche Darstellung der bisher auf diesem Gebiete gewonnenen Resultate. Es wird besonders hervorgehoben, dass die Zeolithmineralien, im Gegensatz zu den krystallwasserhaltigen Salzen, keine constante Dampfspannung bei constanter Temperatur haben, sondern dass diese von der Menge des noch im Minerale vorhandenen Wassers abhängig ist. Diesen Unterschied zwischen den Zeolithmineralien und den krystallwasserhaltigen Salzen glaubt Verf. zuerst hervorgehoben zu haben (in seinem Aufsätze über Ganophyllit 1890; Ref. in dieser Zeitschr. 20, 391). Für das Wasser der Zeolithe ist weder die Bezeichnung »Krystallwasser«, noch diejenige von »Constitutionswasser« zutreffend; besser wäre dann eine Bezeichnung wie »gelöstes« oder »dilutes« Wasser, besonders weil dadurch die Art des Vorkommens des Wassers, nämlich als im Krystalle zu einer festen Lösung gelöst, angedeutet wird.

Ref.: H. Bäckström.

33. C. Söderström (in Upsala): **Krystallform einiger Praseodymverbindungen** (in Carl von Scheele: »Ueber Praseodym und einige seiner Verbindungen«, Inaugural-Dissertation der Universität Upsala 1900).

Praseodymchlorid ($PrCl_3 + 7H_2O$). Krystallsystem triklin; isomorph dem von Marignac untersuchten Lanthanchlorid; die gefundenen Winkelwerthe stimmen mit den entsprechenden des Lanthanchlorides angeblich sehr genau. Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{111\}$. Die Krystalle sind tafelförmig nach $\{001\}$.

Praseodymchloroplatinat ($PrCl_3 + PtCl_4 + 12H_2O$). Die Krystalle sind tetragonal (sphenoidisch-hemiedrisch?) und optisch einaxig mit positiver Doppelbrechung. Deutliche Spaltbarkeit nach $\{001\}$. Aus der Messung $\{001\}$: $\{111\} = 58^\circ$ berechnet sich das Axenverhältniss $a : c = 4 : 4,13$. (Sonstige Messungen, sowie Angaben über auftretende Formen, Habitus etc. fehlen.)

Praseodymgoldchlorid ($PrCl_3 + AuCl_3 + 10H_2O$). Krystallisirt monoklin mit dem Axenverhältnisse $a : b : c = 0,5025 : 1 : 0,2950$; $\beta = 79^\circ 58'$. Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$. Tafelförmig nach $\{010\}$.

Praseodymplatocyanür [$2Pr(CN)_3 + 3Pt(CN)_2 + 18H_2O$]. Stimmt völlig mit dem von Topsøe gemessenen Didymplatocyanür überein. Die Krystalle sind monoklin mit hexagonalem Habitus. Beobachtete Flächen: $\{110\}$, $\{010\}$, $\{011\}$. Langprismatische Krystalle mit fluorescirender Oberfläche.

Praseodymsulfat ($Pr_23SO_4 + 15H_2O$). Krystallisirt monoklin mit dem Axenverhältnisse $a : b : c = 0,9296 : 1 : 0,3709$; $\beta = 82^\circ 56'$. Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{010\}$, $\{011\}$, sowie einige nicht bestimmte Formen der Zonen $(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$ und $(011) : (0\bar{1}\bar{1})$.

Praseodymsulfat ($Pr_23SO_4 + 8H_2O$). Isomorph der von Topsøe gemessenen analogen Erbiumverbindung.

Praseodymselenat ($Pr_23SeO_4 + 8H_2O$). Krystallsystem monoklin. Axenverhältniss: $a : b : c = 1,2735 : 1 : 1,4334$; $\beta = 84^\circ 34'$. Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{011\}$. Die Krystalle sind prismatisch nach der Verticalzone. Die Prismenflächen sind häufig stark gestreift. Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene und bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von 34° (im spitzen oder im stumpfen Winkel β ?).

Praseodymoxalat ($Pr_23C_2O_4 + 10H_2O$). Krystallisirt monoklin mit dem Axenverhältnisse $a : b : c = 1,0893 : 1 : 1,5847$; $\beta = 65^\circ 41'$. Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$.

Praseodympropionat ($Pr_23C_3H_5O_3 + 3H_2O$). Krystallsystem monoklin. Isomorph der von Morton gemessenen entsprechenden Didymverbindung. Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, $\{101\}$, $\{001\}$. Die Krystalle sind nach der Orthoaxe zu feinen Nadeln ausgezogen (von Dr. von Scheele werden sie als »grosse, wohl ausgebildete, prismatische Krystalle« beschrieben!?).

Ref.: H. Bäckström.

34. H. Reusch (in Christiania): **Ein Vorkommen von Kaolin und feuerfestem Thon bei Dydland nahe dem Flekkefjord in Norwegen** (Jahrbuch der norwegischen geologischen Landesuntersuchung für 1900, 99—103).

Bei der genannten Localität findet sich ein Kaolinvorkommen, das eine gangförmige Masse, 10—20 m breit und etwa 1000 m lang, im Labradorfels zu sein scheint. Verf. denkt sich ihre Bildung durch vulkanische Emanationen längs einer Spalte hervorgebracht.

Ref.: H. Bäckström.

35. J. H. L. Vogt (in Christiania): **Die Silbererzgänge von Svenningdalen** (Aus »Søndre Helgeland«; Schriften der norwegischen geologischen Landesuntersuchung Nr. 29, Christiania 1900).

In Svenningdalen, in Vefsen, ca. 44 km südlich von der kleinen Hafenstadt Mosjøen, ist ein ca. 4 km langes Erzfeld, das 15—20 grössere und mehrere kleinere Erzgänge umfasst, die seit 1877 bergmännisch betrieben worden sind. Die Erzgänge sind O.-W. streichende Parallelgänge, die mit einem Winkel von beinahe 90^0 die N.-S. steichenden Kalksteine und Glimmerhornblendeschiefer durchqueren und auch an verschiedenen Stellen etwas in den gegen W. auf tretenden Granit hinein fortsetzen. Dieser Granit ist der im nördlichen Norwegen gewöhnliche lichte, gepresste, verhältnissmässig natronreiche Granit, dessen Eruption ziemlich sicher gleichzeitig mit der Gebirgsfaltung stattfand, jedenfalls ist der Granit jünger als die Schiefer und Kalksteine, in die er Apophysen hinein sendet. Die Erzgänge, die in der Regel 0,4—0,25 m, selten bis 4 m und darüber mächtig sind, erleiden hier und da Ablenkungen bezw. Zersplitterungen an der Grenze zwischen Gesteinen verschiedener Natur. Die Erzgänge befinden sich unmittelbar an der Ostgrenze des Granitfeldes; unmittelbar an der Westseite desselben Granitfeldes tritt auch ein Bleiglanz-Zinkblendevorkommniss auf bei Eiteråkrogen.

Auch sonst in dem Küstengebiete des südlichen Helgelands sind mehrere Bleiglanz-Zinkblendevorkommen bekannt, und zwar in der Nähe der Granitgrenzen, so bei Husvik in Tjøtta, wo eine fahlbandähnliche Imprägnation vorliegt, die von Granitgängen durchschnitten wird. In Svenningdalen ist die Erzbildung jünger als die Eruption des Granites, bei Husvik dagegen älter, dies erklärt sich nach Verf. dadurch, dass die Bildung der Erze in die lange Periode der Gebirgsfaltung und der Graniteruption fiel.

In tektonischer Beziehung giebt es mehrere Analogien zwischen der Spaltenbildung in Svenningdalen und bei Kongsberg; so begegnet man in beiden Feldern Parallelgängen, die in der Regel beinahe senkrecht durch die schieferigen Gesteine hindurchziehen und hauptsächlich gerade der Grenze der schieferigen Gesteine und einem centralen Felde von gepresstem Granit entlang auftreten.

Bezüglich der Spaltenausfüllung hat Svenningdalen eine ausgeprägte Ähnlichkeit mit der kiesigen Bleiformation bei Freiberg. In beiden Fällen ist Quarz das überwiegende Gangmineral; ferner begegnet man namentlich Bleiglanz (silberhaltig) und Zinkblende mit Arsenkies, Schwefelkies, Kupferkies u. s. w., sowie Fahlerz, in Svenningdalen auch Antimonglanz, etwas Rothgültigerz etc. Die Erzgänge in Svenningdalen sind etwas edler als die kiesigen Bleigänge bei Freiberg. Zu Freiberg setzen die Erzgänge hauptsächlich durch Gneiss, in Svenningdalen dagegen durch Kalkstein und Glimmerhornblendeschiefer und Granit; das Nebengestein ist also höchst verschieden. Dass die Gangfüllung trotzdem ungefähr dieselbe ist, zeigt, dass sie nicht von Lateralsecretion aus dem Nebengestein herrührt, sondern von Ascension. Für Svenningdalen ist auch zu betonen, dass die dortigen Gänge hauptsächlich Quarzgänge sind, trotzdem sie durch Kalkstein hindurchsetzen; selbst das Gangmineral kann also hier nicht von dem Nebengestein herrühren.

Ausser Kongsberg ist Svenningdalen das einzige zu der »alten Silberbleiganggruppe« gehörige Erzfeld, das bisher auf der skandinavischen Halbinsel nachgewiesen worden ist.

Im Ganzen sind in Svenningdalen 1877—1899 etwa 46 650 kg Silber producirt worden.

Ref.: H. Bäckström.

36. Harald Hansteen (in Christiania): **Aeltere und neuere Beobachtungen über Silbervorkommen im Kongsberggebiete** (Archiv for Math. og Naturvidenskab, Christiania 1900, 22, 4—72).

Eine referirende Zusammenstellung der Literatur des Erzvorkommens von Kongsberg nach gedruckten und ungedruckten Quellen.

Ref.: H. Bäckström.

37. M. Dittrich (in Heidelberg): **Analyse eines Iivaarit von Iivaara** (in V. Hackmann: »Neue Mittheilungen über das Ijololithmassiv in Kuusamo«, Bulletin de la Commission Géologique de Finlande, Helsingfors 1900, Nr. 41).

Der analysirte Iivaarit war einer grobkörnigen Ijololithvarietät entnommen. Die Reinheit des Analysenmaterials wurde durch mikroskopische Prüfung controlirt. Die Analyse ergab: SiO_2 27,35, TiO_2 16,44, Al_2O_3 1,50, Fe_2O_3 20,09, FeO 2,90, MnO Spur, MgO 0,82, CaO 30,99, Summe 100,09.

Ref.: H. Bäckström.

38. G. Flink (in Kopenhagen): **Mineralogische Notizen** (Bull. of the Geol. Inst. of Upsala 1900, No. 9, 5 (Part I), 84—96, mit einer Tafel).

1. Ueber den Synchronit. Verf. kommt noch einmal auf das früher als »Parisit« beschriebene Mineral von Narsarsuk in Grönland zurück, über welches in dieser Zeitschr. 34, 64 ausführlichst berichtet wurde. Da dasselbe in Zusammensetzung und Eigenschaften erheblich von dem Parisit von Muso abweicht, so trennt es der Verf. als selbständige Species vom Parisit ab und nennt es Synchronit (σύνχρονος Verwechslung).

2. Pyroaurit von Långbanshyttan. Das früher nur in blätterigen Massen beobachtete Mineral fand sich neuerdings in rhomboëdrischen Krystallen von zweierlei Ausbildung. Typus I dünne, sehr leicht sich verbiegende Täfelchen, zuweilen mit glänzenden, randlichen Rhomboëderflächen, deren Winkel zur Basis im Mittel $84^{\circ}33'$. Wird das Rhomboëder als $g\{40\bar{4}1\}$ gesetzt, so wird das Axenverhältniss $a:c = 1:1,6557$. Die Krystalle dieses Typus sind verhältnissmässig selten, häufiger jene des Typus II. Diese sind dicker tafelig und zeigen die Rhomboëder $f\{02\bar{2}1\}$ und $e\{10\bar{1}1\}$. Im Habitus gleichen sie den Krystallen des Brucits, mit denen sie wohl auch isomorph sind. Die Krystallflächen gestatten nur Schimmermessung, im Mittel

$$\begin{array}{ll} f:c = 75^{\circ}30' \text{ gefunden} & 75^{\circ}20' \text{ berechnet} \\ e:c = 64\ 50 & - \quad 62\ 22 \quad - \end{array}$$

Die Rhomboëderflächen sind parallel der Combinationskante zur Basis stark gestreift. Farbe lichtgelb bis bräunlich. Doppelbrechung schwach und negativ. Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis. Auf offenen Spalten im Dolomit in Begleitung von skalenoëdrischem, ziemlich flächenreichem Calcit und tafeligem Baryt.

3. Pyrochroit von Långbanshyttan. Dieses ebenfalls früher nur blätterig gefundene Mineral fand sich neuerdings in Krystallen, welche anfänglich klar und wasserhell, sich aber schon nach wenigen Stunden trübten, wobei die Farbe nach und nach in's Bläuliche, Braune und zuletzt in's Schwarze übergeht. Nur ganz wenige Exemplare behielten ihre braune Farbe und genügende Durchsichtigkeit für einige Tage. Die Krystalle fanden sich als offenbare Neubildung in einem schwammig durchlöchernten Dolomit oder Kalkstein, der sehr häufig

durch Mangancarbonat rosa gefärbt ist. Sie bilden meist lange dünne Nadeln $n\{11\bar{2}0\}$ und $c\{0001\}$, oft zu radialstrahligen Aggregaten zusammengchäuft, wobei die basische Spaltbarkeit des Minerals eine schalenförmige Absonderung bewirkt. Manche Individuen sind tafelförmig und ausser den obigen Formen noch von $p\{10\bar{1}4\}$ und $q\{30\bar{3}4\}$ begrenzt, ob positiv oder negativ, war nicht zu entscheiden, da das an den Krystallen von Nordmarken beobachtete Grundrhomboëder r nicht auftritt. Mehrere Tafeln sind in paralleler Stellung verwachsen. Die Messungen von den umgewandelten, aber noch ziemlich glänzenden Krystallen gaben: $p : c = 22^{\circ} 12'$ (ber. $22^{\circ} 0'$), $q : c = 50^{\circ} 23'$ (ber. $50^{\circ} 29'$).

4. Molybdophyllit, ein neues Mineral von Långbanshyttan, Wermland. Findet sich nur sehr spärlich in unregelmässig blätterigen Massen von glimmerähnlichem Aussehen, zusammen mit Hausmannit in einem körnigen Kalk oder Dolomit. Nach seinem optischen Verhalten und den Resultaten der Aetzversuche ist das Mineral hexagonal. Mit verdünnter HF entstehen, wie Baumhauer fand, auf der Basis regulär sechsseitige Aetzfiguren in paralleler Stellung; den sechs Seiten der Aetzfigur parallel gehen die Strahlen der leicht entstehenden sechsstrahligen Schlagfigur. Dünne Blättchen ganz farblos, dickere Partien licht grünlich; auf der Basis Perlmutterglanz und regelmässiges einaxiges Axenbild, negativ. An einem Prisma, brechende Kante parallel der optischen Axe, wurde gemessen:

	Roth:	Gelb:	Grün:
$\omega =$	1,8074	1,8148	1,8213
$\epsilon =$	1,7537	1,7644	1,7675
$\omega - \epsilon =$	0,0534	0,0537	0,0538

Härte 3—4, sehr vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis. Die dünnen Blättchen sind etwas biegsam, doch etwas spröder wie Glimmer. Spec. Gew. 4,717. Vor dem Löthrohre schwierig zu einer porzellanähnlichen Masse schmelzbar, mit Soda Blei und gelben Beschlag gebend. Die Analyse ergab:

SiO_2	48,15	0,3025	4
PbO	61,09	0,2747	1,96
MgO	11,71	0,2927	
Al_2O_3	0,46	0,0045	
Na_2O	0,82	0,0437	
K_2O	0,69	0,0072	1,46
H_2O	6,32	0,3511	
	99,24		

Diese Verhältnisse entsprechen also ziemlich nahe einem Orthosilicat mit einem Molekül Wasser $R_2''SiO_4 + H_2O$.

Der Molybdophyllit unterscheidet sich von dem ihm nahe stehenden Barysilit der Harstigsgrube durch seinen Wassergehalt. Eine Entstehung aus Barysilit durch Wasseraufnahme ist nicht gut möglich anzunehmen, da das Mineral zu frisch ist.

5. Inesit von Långbanshyttan fand sich in neuester Zeit in Nestern im gewöhnlichen feinkörnigen Eisenglanz. Als Begleiter erscheinen: Baryt, Calcit, Granat und Epidot (?). Der Inesit ist gegen alle diese Mineralien ohne regelmässige Begrenzung, ist also die letzte Ausfüllung der Hohlräume. Er bildet gewöhnlich dichte, radialfaserige Massen, welche von verschiedenen Punkten sphärolithisch in die Hohlräume bis zur vollständigen Füllung hineinwachsen.

Vereinzelte blieben aber kleine Zwischenräume offen, und in diesen beobachtet man frei ausgebildete und glänzende, allerdings sehr kleine Krystalle, an denen folgende Formen mit Sicherheit bestimmt werden konnten: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $d\{0\bar{1}1\}$, $l\{101\}$ und $e\{10\bar{1}\}$. Die Krystalle sind ein wenig nach der c -Axe verlängert und etwas tafelig nach dem Pinakoid $\{010\}$. Meist sind sie nur von a , b und d begrenzt, seltener ist l und nur an wenigen Individuen kommt auch c und e vor. Die Flächen d sind immer stark parallel der Combinationskante mit b gestreift.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : b = (100) : (010)$	$= 82^{\circ} 30'$	$82^{\circ} 35'$
$a : c = (100) : (001)$	47 4	46 41
$b : c = (010) : (001)$	83 47	83 15
$d : b = (0\bar{1}1) : (010)$	49 38	49 23
$e : a = (10\bar{1}) : (100)$	47 4	47 22
$l : a = (101) : (100)$	48 56	49 36

$l : a$ ist schwankend zwischen $48^{\circ} 56'$ und $47^{\circ} 30'$, doch lässt sich nicht gut ein anderes Symbol als das einfache $\{101\}$ annehmen. Die Farbe ist charakteristisch fleischroth.

6. Hydrocerussit von Långbanshyttan. Das Mineral findet sich auf solchen Spalten, welche gediegenes Blei führen, in dünnen krystallinischen Krusten, selten in deutlichen Krystallen, dünnen hexagonalen Täfelchen $e\{0001\}$ mit $p\{10\bar{1}1\}$; $p : c = 58^{\circ} 36'$ M., daraus $a : c = 1 : 1,4187$. In kleinen Hohlräumen auch etwas dickere Kryställchen mit p , c und $o\{10\bar{1}2\}$. $o : c = 39^{\circ} 24'$ ($39^{\circ} 19'$ ber.). Die Flächen der Pyramiden sind nach der Basiskante gestreift, die Basis selbst ist eben und perlmutterglänzend, und ihr parallel geht eine sehr deutliche Spaltbarkeit.

7. Scheelit von Nordmarken. Häufig in kleinen gelben Massen auf Spalten und Hohlräumen mit Calcit, die einzelnen Individuen rauh ohne deutliche Begrenzung. Einzelne bis 5 cm grosse Krystalle, mit Strahlstein in Calcit eingewachsen, bilden stark gerundete unvollkommene Pyramiden von dunkelbrauner Farbe. Wohlausgebildete Krystalle sind selten; sie sitzen auf Stufen, welche aus Magnetit, Strahlstein und Calcit bestehen, und erreichen etwa 3 mm Grösse. Meist farblos oder schwach röthlichbraun, Flächen sehr glänzend. $e\{101\}$, $o\{102\}$, $c\{001\}$, $h\{313\}$, $p\{111\}$ und $s\{311\}$. Pyramidal durch Vorherrschen von $e\{101\}$. o und c untergeordnet, ebenso die übrigen Flächen.

Der begleitende Calcit zeigt zuweilen Krystalle der Form $\{10\bar{1}0\}$, $\{53\bar{8}2\}$, $\{3115\}$, $\{40\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}1\}$, wie sie K. Winge (diese Zeitschr. 30, 181) beschrieben hat.

Ref.: F. Grünling.

39. P. Poni (in Jassy): Studien über die Mineralien Rumäniens (Ann. scientif. de l'Univ. de Jassy 1900, 1, 45—148).

Verf. giebt eine Zusammenstellung der Mineralien Rumäniens nach ihren Fundorten.

Krystallographische Beobachtungen etc. sind in der Schrift nicht enthalten, dagegen sind verschiedentlich chemische Belege in Form von Analysen eingestreut. Unter den Mineralien werden zwei als neu aufgeführt, nämlich der Badenit und der Brostenit. Die Fundorte sind nach Districten geordnet, beginnend mit jenen im Norden der Moldau, um mit denen im Südwesten zu enden. Die Schreibweise der Namen ist französisch. Die Anordnung nach Dana.

Badenit. Im geologischen Bureau zu Bukarest befinden sich einige Stücke von Siderit, welche enthalten: Erythrin, Annabergit, Malachit und eine Arsenwismuthverbindung des Kobalts. Nach Angaben eines Bergmannes sollen dieselben aus dem Thale von Neguletzul gegenüber dem Orte Badeni-Ungureni im Districte Muscel stammen. Die Arsenwismuth-Kobaltverbindung wurde daher nach genannter Ortschaft Badenit genannt.

Das Mineral ist körnig, zuweilen faserig, metallisch glänzend und von stahlgrauer Farbe, wird an der Luft matt. Wird von Salpetersäure leicht zersetzt und färbt die Boraxperle blau. Dichte bei 20° C. 7,104. Die Analyse ergab:

		Atomverh.:
<i>S</i>	0,27	} 4,47
<i>As</i>	64,54	
<i>Bi</i>	4,76	
<i>Co</i>	20,56	} 1
<i>Ni</i>	7,39	
<i>Fe</i>	5,98	
	100,50	

Brostenit. Mit diesem Namen bezeichnet der Verf. ein Manganit des Eisens und Mangans, welches sich sehr reichlich in den krystallinischen Schiefen der Umgegend von Brosteni, District Suceva findet, am reichlichsten bei Dealul Ferului, einem Hügel am rechten Ufer der Bistritza zwischen den Orten Brosteni und Cotargasi; ferner im Thale der Holda, nördlich von Brosteni, im Thale von Neagra Dornei an der bukowinischen Grenze und endlich in den Thälern von Borcutza, Pecurariu und Ursu, sowie an der Mündung des Barnarel in die Bistritza bei Crucea.

Das Mineral ist dicht, zerreiblich, von schwarzer Farbe, auf frischen Bruchflächen anlaufend. Amorph(?), doch geben die polyëdrischen Absonderungsflächen eine scheinbare Spaltbarkeit, beigemengt ist eine graukieselige Gangmasse. An einigen Stücken fand sich ein Kern, bestehend aus Diallogit. An Stücken von Neagra findet man Limonit und Quarz. Die qualitative Untersuchung ergab als Bestandtheile: Oxyde des Mangans, des Eisens, Calciums, Spuren von *MgO*, Wasser und Gangart. Das Pulver ist sehr hygroskopisch. Zur quantitativen Analyse wurde das bei 420° getrocknete Pulver in einer oxydirenden Atmosphäre zur Rothgluth erhitzt.

	I. Holda:	II. Ferul:	III. Neagra-Dornei:	IV.
<i>Mn₃O₄</i>	52,55	57,65	70,20	68,71
<i>Fe₂O₃</i>	42,75	43,35	4,00	4,53
<i>CaO</i>	3,05	2,70	5,02	4,92
<i>MgO</i>	—	0,76	0,60	0,61
Glühverlust	16,70	16,98	16,55	15,90
Gangart	44,75	8,20	4,05	5,51
	99,80	99,60	100,42	100,18

An einer besonderen Probe wurde der Gehalt an *MnO₂* ermittelt zu

I.	II.	III.	IV.
52,404	61,946	69,346	68,055

Der Gehalt an *CO₂* in IV. ergab sich durch directe Bestimmung zu 0,867%, in Salpetersäure zeigten sich löslich 91,167%, unlöslich 8,833%.

Zusammensetzung des

	unlöslichen	des löslichen Theiles
Mn_3O_4	70,920	0,477 g
Fe_2O_3	4,577	0,053
CaO	2,262	0,318
MgO	0,398	0,015
Glühverlust	15,510	0,863 g
Gangart	6,010	fehlender Rest 0,197 g
	99,777	

Der fehlende Rest entspricht CO_2 und H_2O ; der lösliche Theil besteht also aus

Mn_3O_4	15,000
Fe_2O_3	5,000
CaO	30,000
MgO	1,415
CO_2	9,812
H_2O	8,773
	100,00

Die Gangart enthält SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 und Mn -Oxyde. Unter der Annahme, dass das Mineral die oben bestimmte Menge Mangandioxyd, die noch übrig bleibende Menge Mn und Eisen als Protoxyd enthält, ferner MgO und CaO mit dem Mangandioxyd verbunden sind, ausgenommen die geringe Menge CaO im Mineral von Dorna, welche an CO_2 gebunden, und der Rest Wasser ist, kann die Analyse wie folgt umgerechnet werden:

I. Mineral von Holda (Analyse I).

MnO_2	52,40	6,03
MnO	6,16	3,00
FeO	11,47	
CaO	3,05	
H_2O	11,97	6,65
Gangart	14,75	

$MnO_2 : RO : H_2O = 2 : 1 : 2,22$, entsprechend der Formel $2MnO_2 \cdot RO + 2H_2O = RMn_2O_5 + 2H_2O$. $R = Mn'', Fe'', Ca$.

II. Mineral von Dorna (Analyse IV).

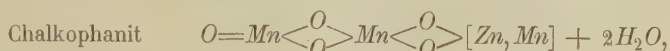
MnO_2	68,06	2,95
MnO	8,96	4,00
FeO	4,08	
CaO	3,82	
MgO	0,61	
H_2O	7,17	4,49
$CaCO_3$	1,97	
Gangart	5,51	
	100,18	

$MnO_2 : RO : H_2O = 3 : 1 : 1,5$, entsprechend $3MnO_2 \cdot RO + 1\frac{1}{2}H_2O$ oder $R_2Mn_6O_{14} + 3H_2O$ mit $R = Mn'', Fe'', Ca, Mg$.

III. Mineral von Dealul-Ferului (Analyse II).

MnO_2	61,95	12,90
MnO	3,11	5,00
FeO	12,02	
CaO	2,70	
MgO	0,72	
H_2O	10,90	
Gangart	8,20	11,95

$MnO_2 : RO : H_2O = 13 : 5 : 12$ entsprechend $13MnO_2 \cdot 5RO + 12H_2O$, es ist demnach intermediär und kann als $2(RMn_2O_5) + 3(RMn_3O_7) + 12H_2O$ betrachtet werden. Das Mineral entspräche demnach dem



Das Mineral scheint, wie die gefundenen Carbonatreste in den Kernen andeuten, aus Manganspath gebildet worden zu sein.

In Districte Mehedintzi finden sich ähnliche Manganerze in der Contactzone der Kalke und der krystallinen Schiefer von Ilovitza bis Balta, sie sind aber nicht näher untersucht.

In den Serpentin von Urde, Muntinu und Gauri finden sich hexaëdrische Krystalle von Magnetit, Rhomboëder von Magnesit.

Ein Tremolit aus einem körnigen Dolomit aus dem Thale von Banar, District Suceva, stammend, ergab bei der Analyse: SiO_2 58,22, MgO 25,33, CaO 13,37, Al_2O_3 0,92, Glühverlust 1,76. Spec. Gew. 2,937. Grössere Tremolitkrystalle finden sich auch am Mont Scarea, District Arges, in einem metamorphen Kalk, der zwischen Serpentin und Amphibolschiefer eingeschaltet ist.

Mirabilit findet sich in den Salzseedistricten, grosse Krystalle aus dem Lacul-Sarat ergaben: SO_3 24,77, Na_2O 19,19, H_2O 56,25, Cl 0,24, Mg 0,07 = 100,52.

Bernstein und bernsteinähnliche Harze an zahlreichen Fundstellen.

Ref.: F. Grünling.

40. Valér Hulyák (in Budapest): **Anglesite von Laurium und Utah** (Term. r. Füz. 1900, **23**, 187—195, ung. m. deutsch. Ausz.).

1. Anglesit von Laurium¹⁾. Die Krystalle sitzen auf Limonit, in Gesellschaft von Pyrit, und sind entweder tafelig nach $c\{001\}$, dann durchsichtig und farblos, mit den Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $d\{102\}$, $m\{110\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$, oder prismatisch nach $d\{102\}$, licht meergrün gefärbt, mit den Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $o\{011\}$, $d\{102\}$, $m\{110\}$, $z\{111\}$, $y\{122\}$, und $p\{324\}$.

2. Anglesit von Utah aus den Gruben des Tintic-District, auf einer hornsteinartigen Unterlage, mit Quarz, Galenit, Pyrit, Chalkopyrit, Covellin. Die Krystalle sind entweder prismatisch nach $m\{110\}$, farblos, mit den Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $o\{011\}$, $d\{102\}$, $l\{104\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $z\{111\}$, $r\{112\}$, $y\{122\}$, $\mu\{124\}$, oder bipyramidal nach $z\{111\}$, farblos, mit den Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $h\{340\}$, $n\{120\}$, $z\{130\}$, $o\{011\}$, $l\{104\}$, $d\{102\}$, $r\{112\}$, $z\{111\}$, $\tau\{221\}$, $y\{122\}$, $p\{324\}$, wozu sich noch

1) S. diese Zeitschr. 1898, **29**, 444.

die folgenden neuen Formen gesellen: $C\{10.7.0\}$, $D\{1.0.16\}$, $Y\{209\}$, $v\{9.12.1\}$, $\mathfrak{v}\{25.25.17\}$, $\mathfrak{b}\{14.14.9\}$ und $\mathfrak{b}\{15.15.11\}$. Es kommen auch licht weingelbe, nach $y\{122\}$ bipyramidale Krystalle mit den Formen $c\{001\}$, $o\{011\}$, $\mathfrak{x}\{111\}$ und $y\{122\}$ vor.

Die Winkel der neuen Formen sind:

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : C =$	$(100) : (10.7.0)$	$= 28^0 42'$	$28^0 48'$
$c : D =$	$(001) : (1.0.16)$	5 33	5 52
$c : Y =$	$(001) : (209)$	20 18	20 3
$v : v' =$	$(9.12.1) : (9.12.1)$	5 24	5 24
$m : \mathfrak{b} =$	$(110) : (14.14.9)$	17 8	17 7
$m : \mathfrak{b} =$	$(110) : (25.25.17)$	18 0	18 2
$m : \mathfrak{b} =$	$(110) : (15.15.11)$	19 18	19 24

Ref.: A. Schmidt.

41. F. Kovár (in Prag): **Chemische Untersuchung einiger bulgarischer Mineralien** (Abhandl. d. böhm. Akad. Prag 1900, Nr. 27, böhmisch).

Verf. erhielt von Debarštica unweit von Tatar-Pazardžik Proben eines Mineralgemenges, das aus diopsidähnlichem Pyroxen, Tremolit, Spessartin, Alabandin, Magnetit und Pyrit besteht. Der roth- oder gelbbraune Granat bildet in Hohlräumen Drusen von $\{211\}$; im Dünnschliffe ist er zum Theil rothbraun und isotrop, zum Theil schwach grünlichgelb und optisch anomal. Die Analyse ergab: SiO_2 37,02, Al_2O_3 18,83, Fe_2O_3 1,26, FeO 6,15, MnO 34,57, CaO 0,76, MgO 1,19, Summe 99,78. $D = 4,19$.

Am selben Fundorte kommen im Gneiss schwarze, magnetische Krusten vor, die sich als Jacobsit erwiesen.

Zwei Analysen lieferten nachstehende Zahlen:

	I.	II.
<i>Fe</i>	46,38	45,58
<i>Mn</i>	19,63	19,29
<i>Mg</i>	3,46	3,40
<i>Ca</i>	Spur	Spur
<i>O</i> (Diff.)	28,84	28,66
Rückstand	1,72	3,07
	<hr/> 400,00	<hr/> 400,00

$D = 4,76$. Der Rückstand besteht aus Spessartin und Tremolit.

Von Ferdinandovo im Rhodope-Vorgebirge analysirte Verf. einen im Serpentin vorkommenden, seit Jahren abgebauten Chromit (I), von Belaštica Chromitkörner aus dem Bachalluvium (II).

	I.	II.
Cr_2O_3	51,05	53,07
Al_2O_3	9,76	10,83
Fe_2O_3	—	10,27
FeO	27,07	8,71
MnO	Spur	—
MgO	8,98	16,76
<i>Ca</i>	Spur	0,22
$Mg_3Si_2O_7$	2,80	SiO_2 0,35
(geglühter Serpentin)	<hr/> 99,66	<hr/> 100,21
	$D = 4,49$	$D = 4,42$

Dunkelgrüner, parallelfaseriger Chrysotil von Ferdinandovo enthält: SiO_2 42,85, Al_2O_3 0,38, FeO 2,66, CaO 0,62, MgO 40,23, H_2O 13,06, Summe 99,80; $D = 2,54$. Die Längsrichtung der Fasern erweist sich optisch positiv, parallel zu ihr schwingende Strahlen sind dunkelgrün, senkrecht heller.

Zwischen Ferdinandovo und Izvor kommt ein blätteriger, lichtgrüner, durchscheinender, perlmutterglänzender, marmolithartiger Serpentin, der auch in Gneissen zwischen Izvor und Markovo auftritt, vor. $D = 2,45$. SiO_2 44,84, Al_2O_3 0,92, FeO 2,46, CaO Spur, MgO 40,80, H_2O 14,19, Summe 100,21.

Bei Phillippopel kommen in Klüften des Syenits kleine, orthodiagonal gestreckte Epidotkrystalle, vorwaltend von $M\{001\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $T\{100\}$, $h\{201\}$, $d\{111\}$, $z\{110\}$, $k\{012\}$ begrenzt, vor. Parallel b schwingende Strahlen gelblich, senkrecht dazu gelbgrün, mehr absorbiert.

Es wurden analysirt Krystalle (I.) und hellere, im Syenit eingewachsene stengelige Aggregate (II.).

	I.	II.
SiO_2	38,06	38,79
Al_2O_3	22,05	26,12
Fe_2O_3	15,18	10,33
MnO	Spur	Spur
CaO	23,06	23,30
MgO	—	Spur
H_2O	1,82	4,90
	<hr/> 100,17	<hr/> 100,44

Ref.: K. Vrba.

42. F. Slavík (in Prag): **Bemerkungen über den Quarzporphyr vom Kozák-Berge** (Abhandl. d. böhm. Akad. 1900, Nr. 31, böhmisch).

1. Die Quarzeinsprenglinge des Porphyrs zeigen häufig unter dem Mikroskope eine geradezu vollkommene Spaltbarkeit nach dem Grundrhomboëder.

2. In Hohlräumen des Porphyrs kommt Fluorit, theils $\{100\}$, theils $\{310\}$, $\{100\}$ vor. Auf Grund der mikroskopischen Untersuchung der im Porphyr eingeschlossenen, benachbarten Fluoritmassen ist die pneumatolytische Entstehung nach dem Festwerden des Porphyrs am wahrscheinlichsten. Mit dem Fluorit kommt selten Ehlit vor.

Ref.: K. Vrba.

43. H. L. Barviř (in Prag): **Ueber einige Cerussitkrystalle von Mies** (Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1900, Nr. XXXVI, böhmisch).

Verf. hat einige Krystalle, welche auf der Halde des Frischglückschachtes gefunden wurden, goniometrisch untersucht; es wurden die gewöhnlichen Formen $m\{110\}$, $b\{010\}$, $p\{111\}$, $i\{021\}$, $c\{001\}$, die für Mies neue Form $x\{012\}$ nachgewiesen und die neuen Brachydomen $\{0.22.4\}$, $\{0.29.4\}$, $\{0.33.4\}$, $\{0.37.4\}$ bestimmt.

	Berechnet:	Gemessen:
$(001): (0.22.4) =$	$86^0 24\frac{1}{2}'$	$86^0 22\frac{1}{2}'$
$: (0.29.4)$	87 16	87 17
$: (0.33.4)$	87 36	87 $34\frac{1}{4}$
$: (0.37.4)$	87 $54\frac{1}{2}$	87 51

Der Habitus der Krystalle ist theils vertical, theils brachydiagonal säulen-

förmig, durchwegs sind sie nach $m\{110\}$ verzwillingt; an einem Krystalle wurde $c\{001\}$ nur einerseits ausgebildet beobachtet, wodurch der Krystall ein hemimorphes Aussehen gewinnt.

Ref.: K. Vrba.

44. F. Kovář (in Prag): **Chemisch-mineralogische Mittheilungen** (Zeitschrift für chem. Industrie, 1900, Nr. 40, böhmisch).

1. Strontianit vom Kunětické Berge bei Pardubice. Grünlichgelbe, radialfaserige Aggregate mit Analcim und Calcit in Hohlräumen des Nephelintephrit. Die Analyse ergab: SrO 65,06, CaO 3,81, CO_3 30,67, FeO Spur, H_2O 0,09, Rückstand 0,12, Summe 99,75.

2. Spodumen von Čichov bei Trebitsch in Mähren. Feinfaseriger Calcit hinterlässt einen in verdünnter Säure nicht löslichen, zartfaserigen Rückstand, der sich als Spodumen erwies. Die Analyse ergab: SiO_2 62,70, Al_2O_3 27,88, FeO 0,85, CaO 0,29, MgO 0,41, Li_2O 5,84, Na_2O 1,78, H_2O 0,26, Summe 99,71.

3. Calcitkrusten auf Serpentin vom Rhodope-Vorgebirge in Bulgarien. Die Analyse ergab: $CaCO_3$ 79,50, $MgCO_3$ 7,25, $(FeAl)_2O_3$ 4,85, Rückstand 44,02, H_2O (gebunden) 0,62, Summe 100,24.

Ref.: K. Vrba.

45. W. Voigt (in Göttingen): **Ueber die Influenz ferromagnetischer Krystalle, insbesondere über die P. Weiss'schen Beobachtungen am Magnetit** (Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, math.-phys. Klasse 1900, 331—344).

Bezeichnen wir mit a, b, c die Componenten des influenzirten Momentes m der Volumeneinheit, mit A, B, C die Componenten der gesammten magnetischen Feldstärke H nach den Coordinatenachsen, so lassen sich für centrisch symmetrische Krystalle die a, b, c in folgender symbolischer Form darstellen:

$$\begin{aligned} a &= A(k_I + D(A^2, B^2, C^2)), & b &= B(k_{II} + E(A^2, B^2, C^2)), \\ c &= C(k_{III} + F(A^2, B^2, C^2)), \end{aligned}$$

worin D, E, F Reihen darstellen, die, mit Gliedern zweiten Grades beginnend, nach geraden Potenzen der A, B, C fortschreiten. Für das reguläre System wird hieraus:

$$\begin{aligned} a &= A(k - k_1 A^2 - k_2 H^2 - k_3 A^4 - k_4 A^2 H^2 - k_5 H^4 \dots) \\ b &= B(k - k_1 B^2 - k_2 H^2 - k_3 B^4 - k_4 B^2 H^2 - k_5 H^4 \dots) \\ c &= C(k - k_1 C^2 - k_2 H^2 - k_3 C^4 - k_4 C^2 H^2 - k_5 H^4 \dots). \end{aligned}$$

Die Constanten k, k_1, k_2, \dots haben nach den Beobachtungen solche Werthe, dass das erste Glied jeder Klammer bei mässigen Feldstärken die folgenden erheblich überwiegt.

Beschränkt man sich auf die Glieder dritten Grades und bildet das Moment $l = a\alpha + b\beta + c\gamma$ nach der Richtung der Kraftlinien, wobei α, β, γ deren Richtungs cosinus darstellen, so wird

$$l = (kH - k_2 H^3) - k_1 H^3 (\alpha^4 + \beta^4 + \gamma^4).$$

So lange also die Feldstärke H so gering ist, dass der mit k_1 multiplicirte Ausdruck unberücksichtigt bleiben kann, ist der reguläre Krystall magnetisch isotrop; bei höheren Feldstärken tritt Anisotropie ein.

»Die Darstellung der Momente a, b, c durch Potenzreihen hat auf den ersten

Blick etwas Unbefriedigendes; es ist mehr als wahrscheinlich, dass diese Reihen bei einigermassen bedeutenden Feldstärken sehr schlecht convergiren werden, und man wird nach dem Verlaufe, den die Beobachtungen zeigen, mehr geneigt sein, andere (etwa gebrochene oder Exponentialfunctionen) zu ihrer Darstellung heranzuziehen, indessen bieten dergleichen Ausdrücke bei der Behandlung, wie bei der Discussion der Resultate mancherlei Unbequemlichkeiten dar.«

Bei ferromagnetischen Krystallen ist es wegen der erheblichen Susceptibilitäten, die bei Magnetit z. B. in der Nähe von 10 liegen, nicht erlaubt, von der Selbstinfluenz abzusehen. Man wird daher der Beobachtung solche Präparate unterwerfen müssen, für welche die strenge Theorie der Influenz durchführbar ist.

Das Potential φ eines homogen magnetisirten Ellipsoides, dessen Axen mit den magnetischen Hauptaxen zusammenfallen, auf einen inneren Punkt x, y, z ist $\varphi = aMx + bNy + cPz$, wobei a, b, c , wie oben, die specifischen Momente, M, N, P lediglich Functionen der Axenlängen sind. Hieraus folgen die von dem magnetisirten Ellipsoid auf einen inneren Punkt ausgeübten Kräfte $A' = -aM, B' = -bN, C' = -cP$; bei Einwirkung einer äusseren Feldstärke mit den Componenten A_0, B_0, C_0 werden dann die Gesamtcomponenten $A = A_0 - aM, B = B_0 - bN, C = C_0 - cP$, und die oben erwähnten symbolischen Formen lauten:

$$a = \frac{k_I A_0}{1 + k_I M}, \quad b = \frac{k_{II} B_0}{1 + k_{II} N}, \quad c = \frac{k_{III} C_0}{1 + k_{III} P}.$$

Für ein abgeplattetes Rotationsellipsoid von der Gleichung

$$\frac{x^2 + y^2}{A^2} + \frac{z^2}{I^2} = 1 \quad \text{ist} \quad M = N = \frac{2\pi}{\lambda^3} [(1 + \lambda^2) \operatorname{arctg} \lambda - \lambda],$$

$$P = 4\pi \frac{1 + \lambda^2}{\lambda^3} (\lambda - \operatorname{arctg} \lambda), \quad \text{wobei} \quad \lambda^2 = \frac{A^2 - I^2}{I^2}.$$

Kann I neben A vernachlässigt werden, so wird $M = N = \frac{\pi^2}{\lambda}, \quad P = 4\pi.$

Die Weiss'schen Beobachtungen an Magnetischeiben sind so angestellt, dass die Scheiben, mit ihrer Ebene parallel zu den Kraftlinien des äusseren Feldes befestigt, in Bezug auf ihre geometrische Axe um gewisse Winkel gedreht wurden, und der hierdurch in einem, die Scheiben nahe meridional umgebenden, ebenen Windungssysteme inducirte Integralstrom I gemessen wurde. Die Ebene dieses Windungssystemes war bald normal, bald parallel zu den Kraftlinien des primären Feldes gestellt; im ersten Falle gab demgemäss die Messung Aufschlüsse über die Veränderungen des longitudinalen Momentes l , im letzten Falle über die des transversalen Momentes t .

Bezeichnet ϑ den Winkel zwischen der äquatorialen Kraftrichtung H_0 des äusseren Feldes und der x -Axe des abgeplatteten Ellipsoides bezüglich der Kreisscheibe, und sei die z -Axe desselben parallel zur Würfelnormalen, so ist

$$l = (K' - K_1' - K_2' - K_3') + \frac{1}{4}(2K_1' + 3K_2' + 4K_3')(1 - \frac{1}{8} \sin^2 2\vartheta) \sin^2 2\vartheta,$$

$$t = \frac{1}{2}(K_1' + K_2' + K_3')(1 - \frac{1}{4} \sin^2 2\vartheta) \cos 2\vartheta \sin 2\vartheta.$$

Es sind hier: $K' = kM_0 H_0 - k_2 M_0^4 H_0^3 - k_5 M_0^6 H_0^5 - k_8 M_0^8 H_0^7,$
 $K_1' = k_1 M_0^4 H_0^3 + k_4 M_0^6 H_0^5 + k_8 M_0^8 H_0^7,$
 $K_2' = k_3 M_0^6 H_0^5 + k_7 M_0^8 H_0^7, \quad K_3' = k_6 M_0^8 H_0^7,$

$$M_0 = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 k}{\lambda}}.$$

Die Weiss'schen Messungen am Magnetit von Brozzo geben für l und t Curven, welche den Habitus der hier angegebenen theoretischen besitzen, und zwar verlangen jene noch die Berücksichtigung der Glieder 7. Grades.

Für ein abgeplattetes Rotationsellipsoid, dessen z -Axe parallel zur Rhombendekadnormalen geht, wird

$$l = (K' - K_1' - K_2' - K_3') + (\frac{1}{2}K_1'(1 + 3 \cos^2 \vartheta) + \frac{3}{4}K_2'(1 + \cos^2 \vartheta)^2 + \frac{1}{8}K_3'(7 + 11 \cos^2 \vartheta + 5 \cos^4 \vartheta + 9 \cos^6 \vartheta)) \sin^2 \vartheta, \\ t = \frac{1}{4}(K_1' + \frac{1}{2}K_2'(1 + \cos^2 \vartheta) + \frac{1}{4}K_3'(1 - \cos^2 \vartheta + 4 \cos^4 \vartheta)) \sin 2\vartheta (3 \cos^2 \vartheta - 1).$$

Endlich werden für ein abgeplattetes Rotationsellipsoid, dessen z -Axe parallel zur Oktaedernormalen gerichtet ist:

$$l = (K' - \frac{1}{2}K_1') - \frac{1}{36}K_2'(10 + \cos 6\vartheta) - \frac{1}{216}K_3'(35 + 8 \cos 6\vartheta), \\ t = \frac{1}{36}(K_2' + K_3') \sin 6\vartheta.$$

Die beiden letzten Formeln zeigen im Gegensatze zu den Formeln für die beiden anderen Scheiben eine Veränderlichkeit von l und einen Werth von t erst mit den Gliedern zweiter Ordnung; die Weiss'schen Beobachtungen haben dementsprechend weder für jene noch für diese deutliche Resultate geliefert.

Ref.: J. Beckenkamp.

46. W. Voigt (in Göttingen): **Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse der Krystallelasticität** (Referat für den internationalen physikalischen Congress in Paris vom 6. bis 12. August 1900. Nachr. v. d. königl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Klasse 1900, 117—176).

Der erste Theil der Abhandlung beschäftigt sich mit denjenigen Grössen, die vom Verf. als Tensoren bezeichnet werden. Zur Bestimmung eines Vectors V nach Grösse und Richtung bedient man sich der drei Projectionen F, G, H des Vectors auf die Richtungen der Coordinatenachsen: $F = V \cos(V, X)$, $G = V \cos(V, Y)$, $H = V \cos(V, Z)$.

Diese Projectionen bleiben bei einem gleichzeitigen Wechsel des Vorzeichens und der Richtung von V ungeändert, sie entsprechen daher der Einseitigkeit des Vectors, oder mit anderen Worten dem Umstande, dass die beiden Seiten eines Vectors verschiedenwerthig sind.

Von dem Vector unterscheidet Verf. diejenige Function, die er als Tensor bezeichnet; im Gegensatze zum Vector ist der Tensor T zweiseitig, d. h. die beiden Richtungen eines und desselben Tensors sind gleichwerthig. Diese Zweiseitigkeit kann durch zwei verschiedene Arten von Functionen ausgedrückt werden, die als Componenten erster und zweiter Art bezeichnet werden. Als Componenten erster Art werden bezeichnet die Ausdrücke:

$$A = T \cos^2(T, X), \quad B = T \cos^2(T, Y), \quad C = T \cos^2(T, Z).$$

Diese bestimmen T seiner Grösse nach durch

$$T = A + B + C,$$

seiner Richtung nach durch

$$\cos^2(T, X) = \frac{A}{T}, \quad \cos^2(T, Y) = \frac{B}{T}, \quad \cos^2(T, Z) = \frac{C}{T}.$$

Die letzten drei Gleichungen lassen es unbestimmt, welche der beiden entgegengesetzten Richtungen genommen werden soll, sie bezeichnen deshalb sowohl die eine als die andere.

Als Componenten zweiter Art werden bezeichnet die Ausdrücke:

$$\begin{aligned} A' &= T \cos(T, Y) \cos(T, Z), & B' &= T \cos(T, Z) \cos(T, X), \\ C' &= T \cos(T, X) \cos(T, Y). \end{aligned}$$

Diese bestimmen T der Grösse nach durch

$$T = \frac{B'C'}{A'} + \frac{C'A'}{B'} + \frac{A'B'}{C'}.$$

Die Richtung von T wird bestimmt durch:

$$\cos(T, X) : \cos(T, Y) : \cos(T, Z) = \frac{4}{A'} : \frac{4}{B'} : \frac{4}{C'}.$$

In der Natur kommen die Tensoren häufig in Combination zu dreien vor, die zu einander normale Richtungen und von einander unabhängige Grössen haben. Solche Systeme werden Tensortripel genannt.

Die Gleichung des Tensors:

$$\begin{aligned} \Theta &= \frac{4}{\varrho^2} = A \cos^2(\Theta, X) + B \cos^2(\Theta, Y) + C \cos^2(\Theta, Z) \\ &\quad + 2A' \cos(\Theta, Y) \cos(\Theta, Z) + 2B' \cos(\Theta, X) \cos(\Theta, Z) \\ &\quad + 2C' \cos(\Theta, X) \cos(\Theta, Y) \end{aligned}$$

stellt eine centrische Oberfläche zweiten Grades dar. Wie die Vektoren aus ihren Componenten mit Hülfe der Construction des Parallelepipeds erhalten werden, so resultirt ein Tensortripel mit Hülfe der Construction des Ellipsoides, welches durch sechs von einander unabhängige Constanten bestimmt ist.

Der zweite Theil der Abhandlung giebt die Methoden an, die bisher bei der Entwicklung der Elasticitätstheorie benutzt wurden. Die molekulare oder Fernwirkungs-Theorie ging von der Vorstellung aus, dass die Moleküle eines undeformirten Krystalles identisch, gleich orientirt und derartig regelmässig vertheilt seien, dass jedes Molekül von anderen in gleicher Weise umgeben wird. Die Wirkungsweite wird als sehr gross gegen den Abstand benachbarter Moleküle betrachtet, und es wird festgesetzt, dass die Deformationen derartig langsam mit dem Orte variiren, dass die Vertheilung der Moleküle auch in deformirten Krystalle innerhalb des Bereiches der molekularen Wirkungssphäre als regelmässig angesehen werden kann. Diese Theorie führt bei isotropen Körpern zu einer einzigen unabhängigen Constanten, während die Beobachtung deren zwei verlangt.

Die Nahwirkungstheorie sieht die Materie innerhalb der Körper als continuirlich an und verlegt die Wechselwirkung zwischen verschiedenen benachbarten Theilen in ihre Trennungsflächen; ihre Resultate haben sich mit der Beobachtung übereinstimmend ergeben.

Die ältere Molekulartheorie scheiterte an der unnöthigen Beschränkung, dass die Molekularwirkungen nur in der Verbindungslinie liegen und allein von der Entfernung abhängen sollen. Mit einer solchen Annahme wären richtende Drehungsmomente, wie sie der Mechanismus der Wachsthumerscheinungen von

Krystallen¹⁾ verlangt, unvereinbar; denn die Existenz der Drehungsmomente erfordert eine von der gegenseitigen Orientirung abhängiges Potential der Wechselwirkung, und ein solches führt auf Kräfte, die mit der Richtung variiren und im Allgemeinen nicht in die Verbindungslinien fallen.

Eine diesen Umständen Rechnung tragende Theorie wurde bereits von Poisson in einer unvollendet gebliebenen Arbeit aufgestellt. Eine allgemeine Darstellung derselben wurde bekanntlich später vom Verf. geliefert, und ist über dieselbe an verschiedenen Stellen dieser Zeitschrift²⁾ berichtet worden.

Ref.: J. Beckenkamp.

47. W. Voigt (in Göttingen): Ueber die Parameter der Krystallphysik und über gerichtete Grössen höherer Ordnung (Nachr. v. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, math.-phys. Klasse 1900, 357—379).

Die gewöhnlichen Vectorcomponenten transformiren sich wie Coordinaten, die Componenten von Tensortripeln wie Quadrate und Producte von Coordinaten. Als orthogonale Componenten eines Systems gerichteter Grössen n^{ter} Ordnung werden allgemein $\frac{1}{2}(n+1)(n+2)$ Functionen bezeichnet, die sich transformiren wie die durch geeignete Zahlenfactoren orthogonal gemachten Producte der Coordinaten zu je n , deren Anzahl gleichfalls $\frac{1}{2}(n+1)(n+2)$ beträgt. Die Vektoren erscheinen hierbei als gerichtete Grössen erster, die Tensoren als solche zweiter Ordnung. Die Parameter der Krystallphysik sind mit Ausnahme einiger unwesentlicher Fälle sämmtlich zurückführbar auf gerichtete Grössen erster bis vierter Ordnung. Das einzelne Erscheinungsgebiet erfordert aber häufig mehrere Gattungen gerichteter Grössen.

Ref.: J. Beckenkamp.

1) Vergl. diese Zeitschr. **14**, 383.

2) Vergl. u. a. diese Zeitschr. **21**, 448.



XI. Theorie der Krystallstructur.

II. Theil¹⁾.

Reticuläre Dichtigkeit und erfahrungsgemässe Bestimmung der Krystallstructur.

Von

E. von Fedorow in Petrowsko-Razumowskoje bei Moskau.

(Mit 2 Textfiguren.)

Durch vom Verf. unlängst speciell angestellte Versuche (über welche Derselbe im November 1904²⁾ der Kaiserl. Petersburger Akademie berichtete) wurde plausibel gemacht, dass die Löslichkeit einer Krystallfläche in innigem Zusammenhange mit der reticulären Dichtigkeit steht. Obgleich zwischen diesen beiden Factoren keine genaue Proportionalität besteht, so dass eine solche keineswegs als ein genauer Ausdruck des Gesetzes gelten kann, so darf doch dieselbe als erste Annäherung an dieses Gesetz angenommen werden.

Daraus ist ersichtlich, von welch' grosser Wichtigkeit für die Krystallstructurtheorie dieser Begriff ist, und dass sogar für die ersten Schritte der Theorie eine möglichst eingehende Behandlung dieser rein geometrischen Frage unbedingt nothwendig ist.

Natürlich zerfällt die Behandlung dieser Frage in vier Theile, gemäss den allein möglichen Structurarten³⁾: der hexaëdrischen, oktaëdrischen, dodekaëdrischen und prismatischen.

Die einfachste Behandlung kommt begreiflicherweise der ersten Structurart zu, und mit derselben empfiehlt es sich zu beginnen.

Also der hexaëdrischen Structurart uns zuwendend stellen wir uns die Frage über die Dichtigkeit selbst, d. h. über die einer quadratischen Flächeneinheit zukommende Anzahl von Systempunkten, oder umgekehrt,

1) I. Theil. Diese Zeitschr. **25**, 113.

2) Ein kurzer Bericht darüber erschien u. d. T. »Beobachtungen und Experimente über Krystallgenese« (Nachrichten d. K. Akad. 1904, **15**, 549).

3) Hier sind nur die wichtigsten Gruppen dieser Structurarten gemeint (s. diese Zeitschr. **21**, 594).

über die reciproke Grösse, d. h. die Flächengrösse einer Netzeinheit resp. eines Elementarparallelogramms, welche zugleich direct proportional ist der interreticulären Dichtigkeit, d. h. umgekehrt proportional dem kleinsten Abstände zweier nächster Netzflächen. Aus unten ersichtlichen Gründen ziehe ich vor, direct die Grösse der Netzeinheitsflächen zu bestimmen.

Der denkbar einfachst mögliche Fall ist daher der der kubischen Syngonie. Mit diesem Falle wollen wir beginnen und an die dabei zu erzielenden Resultate die weiteren, auf andere Syngoniearten sich beziehenden anschliessen.

Wir denken uns von einem, sonst beliebigen, Systempunkte aus Strahlen nach allen übrigen Systempunkten gezogen. Jeder Strahl, als mögliche Krystallkante des Complexes, kann einfach durch sein Symbol charakterisirt werden; nun ist ganz klar, dass gerade die Indices dieses Symbols die Componenten der betreffenden Strahlenlängen nach den drei senkrechten Grundrichtungen $[100]$, $[010]$, $[001]$ sind. Unter Strahlenlänge wird hier natürlich der kürzeste Punktabstand in der Strahlenrichtung verstanden.

Für den Strahl $[r_1 r_2 r_3]$ ist also dieser kürzeste Punktabstand $\sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2}$ oder gerade das, was als Charakteristik einer Krystallkante angenommen wird¹⁾.

Um aber den allgemeinsten Ausdruck für die Flächengrösse einer Netzeinheit zu erhalten, müssen wir in der betreffenden Netzfläche zwei conjugirte Strahlen ziehen und die Strahlenlängen, etwa a und b , sowie den Winkel α zwischen denselben bestimmen. Dann ist die gesuchte Grösse $ab \sin \alpha$.

Die Hauptausgangskanten $p[p_1 p_2 p_3]$ und $q[q_1 q_2 q_3]$ sind jedenfalls conjugirte, da jede andere Kante derselben Fläche durch $[mp_1 + nq_1, mp_2 + nq_2, mp_3 + nq_3]$ ausgedrückt werden kann, und daher besitzen diese Indices keinen gemeinschaftlichen Factor.

$$\text{Also} \quad a = \sqrt{p_1^2 + p_2^2 + p_3^2}, \quad b = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \quad \text{und}$$

$$\tan \alpha = \frac{\kappa \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2}}{p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3}.$$

Daraus

$$\sin \alpha = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}} = \frac{\kappa R}{\sqrt{(p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3)^2 + \kappa^2 R^2}} = \frac{\kappa R}{\sqrt{\Sigma(p_i^2 q_i^2)}};$$

$$\text{aber auch} \quad ab = \sqrt{(p_1^2 + p_2^2 + p_3^2)(q_1^2 + q_2^2 + q_3^2)} = \sqrt{\Sigma(p_i^2 q_i^2)}.$$

Folglich

$$S = ab \sin \alpha = \kappa R. \quad (4)$$

Da aber hier unter p und q die Hauptausgangskanten verstanden

1) Vergl. diese Zeitschr. 28, 43 ff.

werden, so muss nach S. 29 und 33, Bd. 35 dieser Zeitschrift α gleich 4 sein¹⁾, und endgültig gestaltet sich die Formel zu:

$$S = R. \quad (4')$$

Also ist die Flächengrösse des Elementarparallelogramms eines ebenen Netzes der charakteristischen Zahl der Fläche dieses Netzes gleich, und die reticuläre Dichtigkeit ist die umgekehrte Zahl $1/R$.

Diese höchst einfache Formel gestattet uns, ohne Weiteres die reticuläre Dichtigkeit einer beliebigen Fläche zu bestimmen.

Es ist von Interesse, nochmals das merkwürdige dualistische Verhältniss hervorzuheben.

Die Flächengrösse des Elementarparallelogramms ist R ; aber auch die Strahlenlänge des zu demselben Netze r senkrechten Strahles ist ebenfalls R .

Die reticuläre Dichtigkeit ist $1/R$; aber die interreticuläre Distanz ist ebenfalls $1/R$, also die interreticuläre Dichtigkeit R .

Also ist die interreticuläre Dichtigkeit gleich der zur Netzfläche r senkrechten Strahlenlänge. Um wievielmals so gross die Strahlenlänge in gegebener Richtung ist, um eben so vielmal so klein ist in derselben Richtung die interreticuläre Distanz.

Jetzt gehen wir zur oktaëdrischen Structurart über, d. h. zu derjenigen, welche dem Heptaparalleloëder (abgestumpften Oktaëder) entspricht.

Da für die Coordinaten sämtlicher Systempunkte der hexaëdrischen Structurart die Gleichungen

$$y_1 = B_1, \quad y_2 = B_2, \quad y_3 = B_3$$

gelten, wo B_1, B_2, B_3 beliebige ganze Zahlen sind, so sind für die oktaëdrische Structurart die Gleichungen

$$y_1 = B_1 + F/2, \quad y_2 = B_2 + F/2, \quad y_3 = B_3 + F/2$$

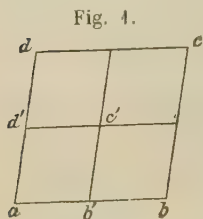
gültig, wo F ebenfalls eine beliebige ganze Zahl ist, welcher man aber auch nur zwei Bedeutungen beilegen kann, entweder $F = 0$ oder $F = 1$.

Nun ist es klar, dass bei $F = 0$ wir gerade dieselben Systempunkte erhalten, wie für die hexaëdrische Structurart; neue Punkte lassen sich also nur bei der Annahme $F = 1$ erhalten, und deren Gesamtanzahl ist genau dieselbe, wie bei der vorigen Annahme. Das ganze System wird also genau zweimal dichter gedacht. Wenn also einige Netzebenen dieselbe reticuläre Dichtigkeit behalten, wie für die hexaëdrische Structurart, so ist

1) Dies kann auch direct bewiesen werden, wie es in der Anmerkung zur Formel (9) weiter geschehen wird. Ueberhaupt gilt, wenn p, q und r drei conjugirte

Richtungen sind, die Gleichheit $\begin{vmatrix} p_1 p_2 p_3 \\ q_1 q_2 q_3 \\ r_1 r_2 r_3 \end{vmatrix} = 1$, und folglich muss für jeden Ausdruck $\alpha(l_1 p_1 + l_2 p_2 + l_3 p_3) \propto$ gleich 1 sein.

dies nicht für die sämtlichen der Fall, und es stellt sich zu allererst die Aufgabe heraus, zu bestimmen, welchen Netzflächen grössere Dichtigkeit zukommt. Jedenfalls sind für diese Structurart die Hauptausgangskanten nicht nothwendig conjugirte Richtungen des Netzes.



Wenn aber die Hauptausgangskanten ab und ad (Fig. 4) nicht conjugirte Richtungen darstellen, so muss das Netz entweder den Punkt b' oder den Punkt c' , oder den Punkt d' oder endlich diese sämtlichen Punkte zugleich enthalten.

Es sei der Punkt b' allein vertreten. Dann haben wir augenscheinlich für den Strahl Ob' (mit O bezeichnen wir das Strahlencentrum) Indices, für welche $F = 1$, also von der Form $2B_1 + 1$, $2B_2 + 1$, $2B_3 + 1$, d. h. sämtlich ungerade Zahlen.

Natürlich gilt dasselbe analog für den Strahl Od' , wenn d' allein vertreten ist.

Wenn aber weder b' noch d' vertreten sind, wohl aber c' , so müssen zuerst die Indices des Strahles Oc' ermittelt werden.

Der Einfachheit wegen versetzen wir das Strahlencentrum O in den Punkt a , und es seien $[p_1 p_2 p_3]$ die Indices des Strahles ab und $[q_1 q_2 q_3]$ die des Strahles ad ; dann sind augenscheinlich $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$ die Indices des Strahles ac . Wenn also in diesem Strahle der Punkt c' vertreten ist, so müssen, unter Versetzung des Punktes O wieder in beliebige Lage, die Indices von Oc' sämtlich durch ungerade Zahlen vertreten werden.

Jetzt nehmen wir an, dass die beiden Punkte b' und d' zugleich vertreten sind, folglich auch der Punkt c' .

Nun sind $[p_1 p_2 p_3]$ von der Form $[2B_1 + 1, 2B_2 + 1, 2B_3 + 1]$ und die Indices $[q_1 q_2 q_3]$ von der Form $[2B'_1 + 1, 2B'_2 + 1, 2B'_3 + 1]$; die Indices $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$ wären dann von der Form $[2C_1 + 2, 2C_2 + 2, 2C_3 + 2]$. Diese Annahme ist aber unzulässig, da dieselbe bedeuten würde, dass ab und ad keine Hauptausgangskanten sind (die abgeleiteten Indices enthalten nothwendig den gemeinschaftlichen Factor 2).

Daraus folgt der Schluss: Die reticuläre Dichtigkeit bei oktaëdrischer Structurart ist entweder dieselbe oder die zweifache wie bei hexaëdrischer Structurart; sie kann nicht vierfach sein. In dem ersten Falle sind in keinem der Ausdrücke $[p_1 p_2 p_3]$, $[q_1 q_2 q_3]$ und $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$ sämtliche Indices durch ungerade Zahlen vertreten. In dem zweiten Falle müssen in einer der drei Zahlengruppen sämtliche Indices ungerade Zahlen sein.

Da aber das Elementarparallelepiped der oktaëdrischen Structurart nur halb so gross ist, wie das der hexaëdrischen, so gilt für die oktaëdrische

Structurart der Satz, dass entweder die reticuläre oder die inter-reticuläre Dichtigkeit das Doppelte der entsprechenden Dichtigkeit der hexaëdrischen Structurart beträgt.

Für das Punktsystem der dodekaëdrischen (dem Hexaparalleloëder resp. Dodekaëder entsprechenden) Structur gelten die Gleichungen:

$$y_1 = B_1 + F/2, \quad y_2 = B_2 + G/2, \quad y_3 = B_3 + (F + G)/2.$$

Nun ist es klar, dass für $F = G = 0$ wir gerade dasselbe Punktsystem erhalten, wie für die hexaëdrische Structur. Die neuen Punkte lassen sich also bei den Annahmen $F = 1$ oder $G = 1$ oder beides zugleich erhalten. Die Gesamtanzahl der Punkte, folglich auch die Dichtigkeit des Systems für die dodekaëdrische Structur ist viermal so gross, wie für die hexaëdrische. Würden auch jetzt einige Netze ebenso besetzt, wie im Falle der hexaëdrischen Structur, so ist dies um so weniger der Fall für sämtliche Netzebenen, und auch jetzt sind die Hauptausgangskanten keineswegs nothwendig conjugirte Richtungen des Netzes.

Aus den für die vorige Structurart geltenden, ganz analogen Betrachtungen lässt sich leicht feststellen, dass die Punkte b' dann zu Stande kommen, wenn unter den Indices $[p_1 p_2 p_3]$ des Strahles Ob' (Fig. 4) zwei ungerade Zahlen sind. Dasselbe gilt für die Punkte d' und die Indices $[q_1 q_2 q_3]$ und für die Punkte e' und die Indices $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$.

Es entsteht nun die Frage, ob Netze möglich sind, in welchen zugleich die Punkte b' und d' , folglich auch e' vertreten sind.

Bei dieser Annahme erhalten die Indices $[p_1 p_2 p_3]$ etwa die Form $[2B_1 + 1, 2B_2 + 1, 2B_3]$ und die Indices $[q_1 q_2 q_3]$ etwa die Form $[2B_1', 2B_2' + 1, 2B_3' + 1]^1)$, und folglich die Indices $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$ die Form $[2C_1 + 1, 2C_2, 2C_3 + 1]$. Zwei derselben sind wieder ungerade Zahlen, was sonst nicht anders möglich gewesen wäre, da bei Vorhandensein der Punkte b' und d' auch die Punkte e' vertreten sind.

Falls aber weder b' noch d' vorhanden sind, so würden wir für p etwa $[2B_1 + 1, 2B_2, 2B_3]$ und q etwa $[2B_1', 2B_2' + 1, 2B_3']$ haben, also für den Strahl Oc' Indices von der Form $[uug]$, wo u eine ungerade und g eine gerade ganze Zahl bezeichnet; folglich würde in diesem Falle der Punkt e' vertreten sein.

Daraus folgt der Schluss: Die reticuläre Dichtigkeit bei dodekaëdrischer Structurart ist entweder zweimal oder viermal so gross wie bei hexaëdrischer. In dem ersten Falle enthält eine Gruppe der Indices $[p_1 p_2 p_3]$, $[q_1 q_2 q_3]$, $[p_1 + q_1, p_2 + q_2, p_3 + q_3]$ und in dem zweiten Falle enthalten sämtliche Gruppen zwei ungerade Zahlen.

1) Die Annahme $[2B_1' + 1, 2B_2' + 1, 2B_3']$ ist ausgeschlossen, da bei derselben p und q keine Hauptausgangskanten gewesen sein könnten.

Da das Elementarparallelepiped für diese Structurart nur ein Viertel des der hexaëdrischen Structurart beträgt, so besteht die Relation

$$D_r D_i = 4/R,$$

wo D_r die reticuläre und D_i die interreticuläre Dichtigkeit bezeichnet.

Wenn also $D_r = 2/R$, so ist $D_i = 2$, und wenn $D_r = 4/R$, so ist $D_i = 1$.

Aus den eben bewiesenen Sätzen geht hervor, dass unter den Flächen solche zu unterscheiden sind, welchen bei dodekaëdrischer, und solche, welchen bei oktaëdrischer Structur die grössere Dichtigkeit zukommt.

Nun ist von höchster Wichtigkeit die weitere Schlussfolgerung aus dem Vorhergehenden, dass nämlich die grösste Dichtigkeit bei dodekaëdrischer Structur denjenigen Flächen zukommt, deren sämtliche Indices ungerade Zahlen sind, und bei oktaëdrischer Structur dies für diejenigen der Fall ist, in deren Symbol zwei Indices ungerade Zahlen sind.

Dieser Satz lässt sich sehr einfach auf folgendem Wege beweisen: Für die oktaëdrische Structur, wie eben bewiesen, kommen den Hauptausgangskanten (wie den conjugirten überhaupt) folgende Indices zu: $p(uuu)$, $q(ugu)$, $(p+q)(ugu)^1$; folglich erhalten wir für die Indices der Kantenzone (d. h. eigentlich der Fläche) Z :

$$\begin{aligned} Z &= \begin{vmatrix} uu & u \\ ug & u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} uu \\ gu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} uu \\ uu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} uu \\ ug \end{vmatrix} = u : g : u \\ \text{resp. } Z &= \begin{vmatrix} ugu & u \\ gu & g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} gu \\ ug \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} uu \\ gg \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} ug \\ gu \end{vmatrix} = u : g : u \\ \text{oder endlich} & \begin{vmatrix} gug & u \\ uu & u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ug \\ uu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} gg \\ uu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} gu \\ uu \end{vmatrix} = u : g : u; \end{aligned}$$

für die dodekaëdrische Structur kommen den Hauptausgangskanten die Indices: $p(uug)$, $q(ugu)$, $(p+q)(guu)$ zu; folglich erhalten wir für die Indices der Kantenzone:

$$\begin{aligned} Z &= \begin{vmatrix} uu & g \\ ug & u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} ug \\ gu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} gu \\ uu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} uu \\ ug \end{vmatrix} = u : u : u \\ \text{resp. } Z &= \begin{vmatrix} ugu & u \\ gu & u \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} gu \\ uu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} uu \\ ug \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} ug \\ gu \end{vmatrix} = u : u : u \\ \text{oder endlich} & \begin{vmatrix} guu & u \\ uu & g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} uu \\ ug \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} ug \\ gu \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} gu \\ uu \end{vmatrix} = u : u : u. \end{aligned}$$

Dagegen erhalten wir für die hexaëdrische Structur die Indices der Hauptausgangskanten: $p(ugg)$, $q(gug)$, $(p+q)(uug)$.

1) Natürlich spielt dabei keine Rolle der Umstand, was wir für p , für q oder für $(p+q)$ halten würden; alle drei sind gleichberechtigt; ebensowenig der Umstand, ob etwa der erste oder der zweite Index ungerade ist; von Belang ist nur die Anzahl der geraden resp. ungeraden Indices überhaupt.

$$\begin{aligned} \text{Also } Z &= \begin{vmatrix} u & g & g \\ g & u & g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} g & g \\ u & g \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} g & u \\ g & g \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} u & g \\ g & u \end{vmatrix} = g : g : u \\ \text{resp. } Z &= \begin{vmatrix} g & u & g \\ u & u & g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u & g \\ u & g \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} g & g \\ g & u \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} g & u \\ u & u \end{vmatrix} = g : g : u \\ \text{oder endlich} & \begin{vmatrix} u & u & g \\ u & g & g \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u & g \\ g & g \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} g & u \\ g & u \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} u & u \\ u & g \end{vmatrix} = g : g : u. \end{aligned}$$

Der Satz ist somit in allgemeinsten Form bewiesen.

Es ist nun noch der Hülfsatz zu beweisen, dass die Summe der Quadrate zweier ungerader Zahlen nicht durch 4 theilbar sein kann (wie dies für die Summe der Quadrate gerader Zahlen der Fall ist).

Nehmen wir in der That an, dass $u^2 + u'^2 = 4b$, wo u und u' ungerade Zahlen und b eine beliebige ganze Zahl bedeuten, so finden wir $(u + u')^2 = 4b + 2uu' = 2(2b + uu')$.

Der letzte Ausdruck soll das volle Quadrat sein; folglich muss $2b + uu'$ durch 2 theilbar sein, was eine Unmöglichkeit ist; damit ist aber der Hülfsatz bewiesen.

Nun können wir sagen, dass sämtliche Indices des kubischen Typus sich in drei natürliche Gruppen theilen lassen: a) mit einer, b) mit zwei und c) mit sämtlichen ungeraden Zahlen. Dementsprechend zerfallen auch die Parameter in drei Gruppen: a) eine ungerade Zahl, welche in das Quadrat einer ungeraden und die Quadrate zweier geraden Zahlen zerlegt werden kann; b) eine gerade Zahl und c) eine ungerade Zahl, welche nur in Quadrate ungerader Zahlen zerlegbar sind.

Der Anschaulichkeit wegen betrachten wir einige Beispiele. Die Zahl 89 lässt sich ausschliesslich in solche Quadrate zerlegen, von welchen eines das einer ungeraden Zahl ist, und zwar: $89 = 7^2 + 6^2 + 2^2 = 8^2 + 4^2 + 3^2 = 9^2 + 2^2 + 2^2 = 8^2 + 5^2 + 0^2$. Dieser Parameter gehört also der ersten Gruppe an.

Die Zahl 59 lässt sich ausschliesslich in Quadrate ungerader Zahlen zerlegen und zwar: $59 = 5^2 + 5^2 + 3^2 = 7^2 + 3^2 + 1^2$. Dieser Parameter gehört also der dritten Gruppe an.

Somit ist die vollständige Lösung der Aufgabe für die Krystalle des kubischen Typus und der kubischen Syngonie gegeben. Der Uebergang zu anderen Syngoniearten ist aber sehr einfach und geschieht mittelst der Formeln des II. Kapitels der III. Studie zur analytischen Krystallographie¹⁾.

Dieser Uebergang lässt sich besonders einfach durchführen, wenn man als Coordinatenachsen die drei senkrechten Axen des Syngonie-Ellipsoids auswählt.

Dann erhalten wir selbst in dem allgemeinsten Falle der triklinen Syngonie als Deformationsgleichungen

¹⁾ Ref. in dieser Zeitschr. 21, 705 ff.

$$x_1' = a_1 x_1, \quad x_2' = a_2 x_2, \quad x_3' = a_3 x_3.$$

Wenn dabei für die Coëfficienten a_1, a_2, a_3 solche Werthe angenommen werden, dass $a_1 a_2 a_3 = 1$ (dazu braucht man nur diese Coëfficienten resp. durch $a_1' = a_1 A, a_2' = a_2 A, a_3' = a_3 A$ zu ersetzen, wo $A = (\sqrt[3]{a_1 a_2 a_3})$, so würde das heissen, dass das Elementarparallelepiped des deformirt gedachten Krystalles dasselbe Volumen besitze, wie das der kubischen Syngonie.

Die Dilatation (Zug) in bestimmter Richtung, welche durch die Winkel $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ angegeben wird, erhält den Ausdruck

$$m = \sqrt{(a_1' \cos \varphi_1)^2 + (a_2' \cos \varphi_2)^2 + (a_3' \cos \varphi_3)^2}.$$

Derselbe Ausdruck gilt zugleich als Ausdruck der Contraction in der zu dieser Richtung senkrechten Ebene.

Somit ist die allgemeinste Lösung der Aufgabe in Bezug auf die Krystalle des kubischen Typus gegeben. In Wirklichkeit wird diese Auflösung, wenigstens in dem Grade der ersten Annäherung, noch viel mehr vereinfacht dadurch, dass (wie dies in einer neuen Arbeit¹⁾ des Verfs. nachgewiesen werden wird) fast die sämmtlichen Krystalle dieses Typus den tetragonalen sehr nahe stehen und annäherungsweise als solche behandelt werden können.

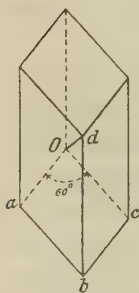
Jetzt wenden wir uns zu den Krystallen des hypohexagonalen Typus.

Auch hier wollen wir der allgemeineren Auflösung dieser Aufgabe die einfachere, auf hexagonal-isotrope Krystalle sich beziehende, vorausschicken.

Die zu diesem Falle gehörenden Grundsätze und Grundformeln wurden schon in dem VI. Beitrage zur zonalen Krystallographie²⁾ gegeben.

Zuerst sei auf den Satz³⁾ verwiesen, nach welchem die Subindices einer Krystallkante den Componenten derselben direct proportional sind.

Fig. 2.



Wenn also eine Fläche gegeben ist, so müssen zuerst die Subindices der Hauptausgangskanten aufgesucht und dann mittelst dieser Zahlen die betreffenden Strahlenlängen bestimmt werden.

Im Folgenden sollen nun die Indices der Flächen und die Subindices der Kanten einfach und die Indices der Kanten unterstrichen geschrieben werden.

Es seien die Subindices der Kante Od (Fig. 2) $[p_0 p_1 p_2 p_3]$. Dann ist $\overline{Od}^2 = p_0^2 + p_1^2 + p_2^2 + 2p_1 p_2 \cos 60^\circ =$
 $p_0^2 + p_1^2 + p_2^2 + p_1 p_2 = \frac{k}{2} (p_0 \underline{p_0} + p_1 \underline{p_1} + p_2 \underline{p_2}) = \frac{k}{2} P. \quad (2)$

1) Kritische Uebersicht der Krystallformen des Mineralreiches.

2) Diese Zeitschr. 35, 75 ff.

3) Ebenda S. 90.

Bezeichnen wir noch die Hauptausgangskanten durch p und q und den Winkel zwischen denselben durch α , so finden wir für die Flächengrösse des Elementarparallelogramms den Ausdruck:

$$S_h = \frac{1}{2} \sqrt{klPQ} \times \sin \alpha. \quad (3)$$

Es bleibt also noch $\sin \alpha$ zu ermitteln.

Zu diesem Zwecke wollen wir die Formel ¹⁾

$$\text{tang } (pq) = \frac{c}{R'} \sqrt{\frac{K}{k}} \sqrt{\frac{\mathfrak{R}_0 \mathfrak{R}_0 + \mathfrak{R}_1 \mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2 \mathfrak{R}_2}{R}} \quad (4)$$

transformiren, und zwar zuerst \mathfrak{R} und \mathfrak{R} in R und R' explicit ausdrücken.

Wir haben nämlich, wenn unter \mathfrak{R} die Indices und unter \mathfrak{R} die Subindices gemeint werden:

$$K\mathfrak{R}_0 = 2\mathfrak{R}_0, \quad K\mathfrak{R}_1 = 2\mathfrak{R}_1 + \mathfrak{R}_2, \quad K\mathfrak{R}_2 = \mathfrak{R}_1 + 2\mathfrak{R}_2,$$

dann $c\mathfrak{R}_0 = q_0 P - p_0 R'$, $c\mathfrak{R}_1 = q_1 P - p_1 R'$, $c\mathfrak{R}_2 = q_2 P - p_2 R'$, wo

$$R' = \underline{p}_0 q_0 + \underline{p}_1 q_1 + \underline{p}_2 q_2 = \frac{1}{k} (2p_0 q_0 + 2p_1 q_1 + 2p_2 q_2 + p_1 q_2 + p_2 q_1).$$

Durch die angezeigten Substitutionen erhalten wir:

$$\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{PQ - R'^2}}{R'}, \quad (5)$$

wenn wir von jetzt an unter P den Ausdruck $2(p_0^2 + p_1^2 + p_2^2 + p_1 p_2)$ und unter Q $2(q_0^2 + q_1^2 + q_2^2 + q_1 q_2)$ verstehen und für R' $k = 1$ setzen.

Die Formel (5) hat vor (4) in zweierlei Hinsicht entschiedenen Vorzug, und zwar a) wegen ihrer relativen Einfachheit und b) da in derselben die Subindices p und q ganz gleichwerthig (resp. symmetrisch) vertreten sind.

Wollen wir die Anwendbarkeit derselben an denjenigen Beispielen prüfen, an welchen dies früher für (4) gethan wurde ²⁾.

1. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(2\bar{1}12)$.

Die Subindices von p sind (100), von $q(1\bar{1}1)$.

Also $P = 2(1^2 + 0^0 + 0^0 + 0 \cdot 0) = 2$, $Q = 2(1 + 1 + 1 + \bar{1} \cdot 1) = 4$,

$$R' = 2(1 \cdot 1 + 0 \cdot \bar{1} + 0 \cdot 1) + 0 \cdot 1 + 0 \cdot \bar{1} = 2.$$

Folglich
$$\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{2 \cdot 4 - 2 \cdot 2}}{2} = 1.$$

2. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(2110)$.

Die Subindices von p sind (100), von $q(311)$.

Also $P = 2$, $Q = 24$, $R' = 6$.

Folglich
$$\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{48 - 36}}{6} = \frac{1}{\sqrt{3}}.$$

1) Ebenda 95.

2) Ebenda 96—97.

3. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(2330)$.

Die Subindices von p sind (100) , von $q(111)$.

Also $P = 2, \quad Q = 8, \quad R' = 2.$

Folglich $\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{16 - 4}}{2} = \sqrt{3}.$

4. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(1110)$.

Die Subindices von p sind (100) , von $q(322)$.

Also $P = 2, \quad Q = 42, \quad R' = 6.$

Folglich $\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{84 - 36}}{6} = \sqrt{\frac{4}{3}}.$

5. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(110\bar{1})$.

Die Subindices von p sind (100) , von $q(34\bar{2})$.

Also $P = 2, \quad Q = 42, \quad R' = 6.$

Folglich $\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{84 - 36}}{6} = \sqrt{\frac{4}{3}}.$

6. Die Bestimmung des Winkels zwischen $p(1000)$ und $q(1121)$.

Die Subindices von p sind (100) , von $q(102)$.

Also $P = 2, \quad Q = 10, \quad R' = 2.$

Folglich $\text{tang } (pq) = \frac{\sqrt{20 - 4}}{2} = 2.$

Für unseren jetzigen Zweck ist es aber nöthig, mit der Transformation der Formel (4) resp. (5) noch weiter zu gehen, und zwar eigentlich $Z = PQ - R^2$ in Zonenindices auszudrücken.

Wir haben

$$\begin{aligned} Z = \frac{|PR'|}{|R'Q|} &= \frac{\begin{vmatrix} 2p_0^2 + 2p_1^2 + 2p_2^2 + p_1p_2 + p_1p_2 & 2p_0q_0 + 2p_1q_1 + 2p_2q_2 + p_1q_2 + p_2q_1 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 2p_0q_0 + 2p_1q_1 + 2p_2q_2 + p_1q_2 + p_2q_1 & 2q_0^2 + 2q_1^2 + 2q_2^2 + q_1q_2 + q_1q_2 \end{vmatrix}} = \\ &= 2 \left\{ 2p_0q_0 \begin{vmatrix} p_0p_0 \\ q_0q_0 \end{vmatrix} + 2p_0q_1 \begin{vmatrix} p_0p_1 \\ q_0q_1 \end{vmatrix} + 2p_0q_2 \begin{vmatrix} p_0p_2 \\ q_0q_2 \end{vmatrix} + p_0q_1 \begin{vmatrix} p_0p_2 \\ q_0q_2 \end{vmatrix} + p_0q_2 \begin{vmatrix} p_0p_1 \\ q_0q_1 \end{vmatrix} + \right. \\ &\quad + 2p_1q_0 \begin{vmatrix} p_1p_0 \\ q_1q_0 \end{vmatrix} + 2p_1q_1 \begin{vmatrix} p_1p_1 \\ q_1q_1 \end{vmatrix} + 2p_1q_2 \begin{vmatrix} p_1p_2 \\ q_1q_2 \end{vmatrix} + p_1q_1 \begin{vmatrix} p_1p_2 \\ q_1q_2 \end{vmatrix} + p_1q_2 \begin{vmatrix} p_1p_1 \\ q_1q_1 \end{vmatrix} + \\ &\quad + 2p_2q_0 \begin{vmatrix} p_2p_0 \\ q_2q_0 \end{vmatrix} + 2p_2q_1 \begin{vmatrix} p_2p_1 \\ q_2q_1 \end{vmatrix} + 2p_2q_2 \begin{vmatrix} p_2p_2 \\ q_2q_2 \end{vmatrix} + p_2q_1 \begin{vmatrix} p_2p_2 \\ q_2q_2 \end{vmatrix} + p_2q_2 \begin{vmatrix} p_2p_1 \\ q_2q_1 \end{vmatrix} \left. \right\} + \\ &\quad + 2p_1q_0 \begin{vmatrix} p_2p_0 \\ q_2q_0 \end{vmatrix} + 2p_1q_1 \begin{vmatrix} p_2p_1 \\ q_2q_1 \end{vmatrix} + 2p_1q_2 \begin{vmatrix} p_2p_2 \\ q_2q_2 \end{vmatrix} + p_1q_2 \begin{vmatrix} p_2p_1 \\ q_2q_1 \end{vmatrix} + p_1q_1 \begin{vmatrix} p_2p_2 \\ q_2q_2 \end{vmatrix} + \\ &\quad + 2p_2q_0 \begin{vmatrix} p_1p_0 \\ q_1q_0 \end{vmatrix} + 2p_2q_1 \begin{vmatrix} p_1p_1 \\ q_1q_1 \end{vmatrix} + 2p_2q_2 \begin{vmatrix} p_1p_2 \\ q_1q_2 \end{vmatrix} + p_2q_1 \begin{vmatrix} p_1p_2 \\ q_1q_2 \end{vmatrix} + p_2q_2 \begin{vmatrix} p_1p_1 \\ q_1q_1 \end{vmatrix}. \end{aligned}$$

Bedenkt man, dass das Verhältniss

$$\left| \begin{array}{cc} p_1 & p_2 \\ q_1 & q_2 \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} p_2 & p_0 \\ q_2 & q_0 \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} p_0 & p_1 \\ q_0 & q_1 \end{array} \right|$$

das der Indices der Zone (Fläche) ist, also in der Form $r_0 : r_1 : r_2$ dargestellt werden kann, so reducirt sich die vorige Gleichung auf folgende

$$\begin{aligned} Z &= l\{r_0(4p_1q_2 + 2p_1q_1 - 4p_2q_1 - 2p_2q_2 - 2p_1q_1 - p_1q_2 + 2p_2q_2 + p_2q_1) + \\ &+ r_1(-4p_0q_2 - 2p_0q_1 + 4p_2q_0 + 2p_1q_0) + r_2(4p_0q_1 + 2p_0q_2 + 4p_1q_0 - 2p_2q_0)\} = \\ &= l\{r_0[3(p_1q_2 - p_2q_1)] + r_1[-2(p_0q_1 - p_1q_0) + 4(p_2q_0 - p_0q_2)] + \\ &+ r_2[-2(p_2q_0 - p_0q_2) + 4(p_0q_1 - p_1q_0)]\} = l^2\{3r_0^2 + 4r_1^2 + 4r_2^2 - 4r_1r_2\}. \end{aligned}$$

Zieht man noch in Betracht, dass für die Subindices der Fläche die Relation

$$r_0 : r_1 : r_2 = 3r_0 : 4r_1 - 2r_2 : -2r_1 + 4r_2$$

besteht, so haben wir schliesslich

$$Z = k^2(r_0r_0 + r_1r_1 + r_2r_2), \quad (6)$$

und der Tangentenausdruck erhält die Form:

$$\text{tang } (pq) = \frac{k\sqrt{r_0r_0 + r_1r_1 + r_2r_2}}{R'}, \quad (7)$$

welche derjenigen für kubische Krystalle analog ist.

Es darf nicht ausser Acht gelassen werden, dass r_0, r_1, r_2 hier nicht eigentlich die Subindices der Zone, sondern nur die angegebenen ihnen proportionalen Grössen bedeuten.

Aus der Formel (5) lässt sich sehr leicht der Ausdruck für den Sinus herleiten, und zwar:

$$\sin(pq) = \frac{\sqrt{PQ - R'^2}}{PQ} = k \frac{\sqrt{r_0r_0 + r_1r_1 + r_2r_2}}{PQ}. \quad (8)$$

Bedenkt man nun, dass nach (2) $O\bar{d}^2 = \frac{P}{2}$ oder $Od\sqrt{2} = \sqrt{P}$, so findet man für die Flächengrösse irgend eines Flächenparallelogramms

$$S = \frac{1}{2}\sqrt{PQ} \sin(pq) = \frac{k}{2}\sqrt{r_0r_0 + r_1r_1 + r_2r_2} = \frac{k}{2}\sqrt{Z}. \quad (9)$$

Beziehen sich P und Q auf Hauptausgangskanten, so ist $k = 4^1$.

Dieser ganz unerwartet einfache Ausdruck scheint auf den ersten Blick paradox zu sein, da derselbe sich auf drei Indices bezieht, von welchen zwei eigentlich willkürlich sind, da dieselben aus drei gleichwerthigen her-

1) Wenn p und q sich auf conjugirte Richtungen der Netzfläche beziehen, so drückt S die Flächengrösse des Elementarparallelogramms aus, d. h. den geringsten Werth, welcher überhaupt S zukommen kann. Da aber k nothwendiger Weise eine ganze Zahl, so ist sein kleinster Werth 4. Bei passender Auswahl der Subindices von p und q ist es aber stets möglich, die Gleichheit $k = 4$ zu erzielen.

ausgenommen werden können. Wenn aber dieser Ausdruck der richtige ist, so muss derselbe für verschiedene Paare der Indices invariant bleiben, und es braucht also nur diese Eigenschaft bewiesen zu werden.

Nehmen wir in der That drei verschiedene Flächen $(p_0 p_1 p_2 p_3)$, $(p_0 p_3 p_1 p_2)$ und $(p_0 \bar{p}_2 \bar{p}_3 p_1)$, für welche dieser Ausdruck invariant bleiben muss, so ist es leicht, sogleich den Beweis zu erbringen, dass derselbe wirklich invariant bleibt.

Für die erste Fläche sind $(p_0 p_1 p_2)$ die Indices, die Subindices sind also $(3p_0, 4p_1 - 2p_2, -2p_1 + 4p_2)$; folglich:

$$Z = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 - 4p_1 p_2.$$

Für die zweite Fläche sind $(p_0 \bar{p}_3 p_1)$ die Indices; die Subindices sind also $(3p_0, -4p_3 - 2p_1, 2p_3 + 4p_1)$; demnach:

$$\begin{aligned} Z &= 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_3^2 + 4p_1 p_3 = 3p_0^2 + 4p_1^2 + \\ &4(p_2 - p_1)^2 + 4p_1(p_2 - p_1) = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 + 4p_1^2 - \\ &8p_1 p_2 + 4p_1 p_2 - 4p_1^2 = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 - 4p_1 p_2. \end{aligned}$$

Für die dritte Fläche sind $(p_0 \bar{p}_2 \bar{p}_3)$ die Indices, die Subindices sind also $(3p_0, -4p_2 + 2p_3, 2p_2 - 4p_3)$; folglich:

$$\begin{aligned} Z &= 3p_0^2 + 4p_2^2 + 4p_3^2 - 4p_2 p_3 = 3p_0^2 + 4p_2^2 + 4(p_2 - p_1)^2 - \\ &4p_2(p_2 - p_1) = 3p_0^2 + 4p_2^2 + 4p_2^2 + 4p_1^2 - 8p_1 p_2 - 4p_2^2 + \\ &4p_1 p_2 = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 - 4p_1 p_2. \end{aligned}$$

Der Satz ist somit bewiesen.

Es wurden nun auf Grund der angegebenen Formeln die relativen Grössen der Flächen des Elementarparallelogramms für sämtliche vier Structurarten, und zwar für isotrope Krystalle, berechnet und in der Tabelle S. 224—224 zusammengestellt.

Wäre das Gesetz der Proportionalität zwischen der Löslichkeit und der reticulären Dichtigkeit genau, so würden zugleich die in dieser Tabelle angegebenen Zahlen direct die umgekehrten Grössen des relativen Auftretens der betreffenden Flächen darstellen. Wenn dies auch im Grossen und Ganzen als erste Annäherung zutrifft, so ist es doch keineswegs genau der Fall. Würden für das Auftreten der Flächen keine anderen Momente bestimmend sein, als die reticuläre Dichtigkeit, so würden wir in der Krystallisation viel mehr Einförmigkeit erhalten, als dies in der Wirklichkeit constatirt werden kann.

Dies hängt, wie ich in der erwähnten Arbeit gezeigt zu haben glaube, davon ab, dass bei der Krystallisation noch Cohäsionskräfte thätig sind, welche natürlich in verschiedenen Richtungen sich als verschieden erweisen.

Eine theoretische Krystallisation, welche mit der angegebenen Tabelle vollständig harmonirt, würde also nur für solche Krystalle statthaben, für welche die Differenzen in der Cohäsionskraft der Moleküle in verschiedenen Richtungen

zu vernachlässigen wären, und zwar nicht nur die Differenzen für die Moleküle des Krystalles selbst, sondern auch für die relative Cohäsion zwischen Krystallmolekülen und denjenigen der umgebenden flüssigen Lösung. Es muss sogar eigentlich die letztere als allein massgebend betrachtet werden. Z. B. glaube ich in der erwähnten Arbeit gezeigt zu haben, dass, wenn in gewöhnlicher gesättigter Kochsalzlösung die grösste Cohäsion in die Richtung [111] fällt, dieselbe durch Zusatz von Carbamid zu der Lösung insofern vermindert wird, dass keine merkliche Differenz mehr in der Löslichkeit in dieser Richtung und in der Richtung [100] existirt. An die Untersuchungen von Hrn. Orlow¹⁾ mich anlehnend glaube ich diese Verminderung dadurch bedingt, dass in derselben Richtung auch noch eine grössere Cohäsion der Krystallmolekel in Bezug auf die des Carbamids in der Lösung zu Stande kommt, welche in der chemischen Attraction dieser beiden Substanzen sich kundgibt. Infolge derselben verbleiben die angezogenen Theilchen des Carbamids länger in der Molekularsphäre der oberflächlichen Kochsalztheilchen; dadurch wird also die Löslichkeit erheblich vergrössert resp. das Wachsthum vermindert, und nun treten ganz andere Combinationen zu Tage.

Wenn somit die durch Krystallisation hervorgerufenen Formen von so wechselnden Umständen abhängen, wie die relativen Cohäsionskräfte zwischen Krystall und umgebender Lösung, so können dieselben in jedem gegebenen Falle in hohem Grade variiren, selbst dann, wenn keine anderen Umstände, etwa Concentrationsströmungen, wirksam gewesen wären. Wir könnten aber in erheblichem Grade von diesen störenden Kräften absehen, wenn wir die Resultate der Erfahrung in grosser Anzahl summiren würden und so zu sagen den mittleren Typus der Krystallisation darstellen, in welchem nur eine einzige beständig wirksame Ursache zur Aeusserung kommt und zwar die reticuläre Dichtigkeit. Somit scheint die Möglichkeit geboten zu werden, die Structurarten zu bestimmen; für jede derselben muss die Reihenfolge des Auftretens der Flächen etwa dieselbe werden, wie sie den oben angegebenen Resultaten entspricht.

Zu dem aufgestellten Zwecke ist die folgende Tabelle zusammengefasst, in welcher für jede Structurart besonders die Indices in der Anordnung der Elementarparallelogrammgrössen (deren Quadrate) angegeben werden.

Hexaëdrische				Oktaëdrische				Dodekaëdrische Structur:			
1	400	—	—	$\frac{1}{2}$	—	440	—	$\frac{3}{4}$	—	—	444
2	—	440	—	4	400	—	—	4	400	—	—
3	—	—	444	4	—	244	—	2	—	440	—
5	240	—	—	2	—	340	—	2	—	—	344
6	—	244	—	3	—	—	444	4	—	—	334

1) Zeitschr. der physik.-chem. Gesellschaft 1896, 28, 743 ff. (russisch). Ref. diese Zeitschr. 31, 546.

Hexaëdrische				Oktaëdrische				Dodekaëdrische Structur:			
9	221	—	—	3.	—	321	—	5	210	—	—
10	—	310	—	4.	—	411	—	6	—	211	—
11	—	—	311	5	210	—	—	6.	—	—	511
13	320	—	—	5.	—	332	—	8.	—	—	531
14	—	321	—	6.	—	431	—	9	221	—	—
17	322	—	—	—	—	510	—	10	—	310	—
—	410	—	—	7.	—	521	—	10.	—	—	533
18	—	411	—	8.	—	433	—	12.	—	—	551
19	—	—	331	—	—	530	—	—	—	—	711
21	421	—	—	9	221	—	—	13	320	—	—
22	—	332	—	9.	—	532	—	14	—	321	—
25	430	—	—	—	—	611	—	14.	—	—	553
26	—	431	—	10.	—	541	—	—	—	—	731
—	—	510	—	11	—	—	311	16.	—	—	733
27	—	—	511	11.	—	631	—	17	322	—	—
29	432	—	—	12.	—	543	—	—	410	—	—
—	520	—	—	—	—	710	—	18	—	411	—
30	—	521	—	13	320	—	—	18.	—	—	751
33	441	—	—	13.	—	552	—	20.	—	—	753
—	522	—	—	—	—	721	—	—	—	—	911
34	—	433	—	14.	—	730	—	21	421	—	—
—	—	530	—	15.	—	651	—	22	—	332	—
35	—	—	531	—	—	732	—	22.	—	—	931
37	610	—	—	16.	—	554	—	24.	—	—	755
38	—	532	—	—	—	741	—	—	—	—	771
—	—	611	—	—	—	811	—	25	430	—	—
41	443	—	—	17	322	—	—	26	—	431	—
—	540	—	—	—	410	—	—	—	—	510	—
—	621	—	—	17.	—	653	—	26.	—	—	773
42	—	541	—	18.	—	743	—	—	—	—	951
43	—	—	533	—	—	750	—	28.	—	—	953
45	542	—	—	—	—	831	—	29	432	—	—
46	—	631	—	19	—	—	331	—	520	—	—
49	632	—	—	19.	—	752	—	30	—	521	—
50	—	543	—	20	—	833	—	30.	—	—	775
—	—	710	—	—	—	910	—	—	—	—	11.1.1
51	—	—	551	21	421	—	—	32.	—	—	955
—	—	—	711	21.	—	655	—	—	—	—	971
53	641	—	—	—	—	761	—	—	—	—	11.3.1
—	720	—	—	—	—	921	—	33.	441	—	—
54	—	552	—	22.	—	754	—	—	522	—	—

Hexaëdrische				Oktaëdrische				Dodekaëdrische Structur:			
54	—	724	—	22	—	854	—	34	—	433	—
57	544	—	—	23	—	763	—	—	—	530	—
—	722	—	—	—	—	932	—	34°	—	—	973
58	—	730	—	24	—	853	—	—	—	—	11.3.3
59	—	—	553	—	—	944	—	36°	—	—	11.5.4
—	—	—	734	25	430	—	—	37	640	—	—
64	643	—	—	25	—	772	—	38	—	532	—
—	650	—	—	—	—	10.4.4	—	—	—	644	—
62	—	654	—	26	—	943	—	38°	—	—	975
—	—	732	—	—	—	950	—	—	—	—	11.5.3
65	652	—	—	27	—	—	544	40°	—	—	994
—	740	—	—	27	—	952	—	44	443	—	—
—	810	—	—	—	—	10.3.4	—	—	540	—	—
66	—	554	—	28	—	774	—	—	624	—	—
—	—	744	—	—	—	855	—	42	—	544	—
—	—	844	—	—	—	874	—	42°	—	—	11.5.5
67	—	—	733	29	432	—	—	—	—	—	11.7.4
69	742	—	—	—	520	—	—	—	—	—	13.4.4
—	824	—	—	29	—	964	—	44°	—	—	977
70	—	653	—	—	—	10.3.3	—	—	—	—	11.7.3
73	664	—	—	30	—	873	—	—	—	—	13.3.4
—	830	—	—	—	—	954	—	45	542	—	—
74	—	743	—	—	—	11.4.0	—	46	—	634	—
—	—	750	—	31	—	10.5.4	—	46°	—	—	995
—	—	834	—	—	—	11.2.4	—	—	—	—	13.3.3
75	—	—	754	33	444	—	—	48°	—	—	11.7.5
77	654	—	—	—	522	—	—	—	—	—	13.5.4
—	832	—	—	33	—	776	—	49	632	—	—
78	—	752	—	—	—	10.53	—	50	—	543	—
84	744	—	—	—	—	11.3.2	—	—	—	740	—
—	844	—	—	34	—	875	—	50°	—	—	11.9.4
82	—	833	—	—	—	11.4.4	—	—	—	—	13.5.3
—	—	940	—	35	—	—	534	48	17	43	—
83	—	—	753	35	—	965	—	—	—	—	—
—	—	944	—	36	—	984	—	—	—	—	—
85	760	—	—	—	—	11.4.3	—	—	—	—	—
—	920	—	—	—	—	11.5.0	—	—	—	—	—
86	—	655	—	—	—	12.4.4	—	—	—	—	—
—	—	764	—	37	640	—	—	—	—	—	—
—	—	924	—	37	—	10.7.4	—	—	—	—	—
89	762	—	—	—	—	11.5.2	—	—	—	—	—

Hexaëdrische				Oktaëdrische Structur:			
89	843	—	—	38.	—	983	—
—	922	—	—	—	—	12.3.4	—
—	850	—	—	39.	—	10.7.3	—
90	—	754	—	—	—	11.6.4	—
—	—	851	—	40.	—	877	—
91	—	—	931	—	—	11.5.4	—
93	852	—	—	41	443	—	—
94	—	763	—	—	540	—	—
—	—	932	—	—	621	—	—
97	665	—	—	41.	—	992	—
—	940	—	—	—	—	11.6.3	—
98	—	853	—	42.	—	985	—
—	—	941	—	—	—	11.7.0	—
99	—	—	755	—	—	12.5.4	—
—	—	—	771	—	—	13.4.0	—
<hr/>				43	—	—	533
43	44	17		43.	—	10.7.5	—
				—	—	11.7.2	—
				—	—	13.2.1	—
				44.	—	994	—
				—	—	12.5.3	—
				—	—	13.3.0	—
				45	542	—	—
				45.	—	10.9.4	—
				—	—	11.6.5	—
				—	—	13.3.2	—
				46.	—	11.7.4	—
				—	—	11.8.1	—
				—	—	13.4.1	—
				47.	—	10.9.3	—
				48.	—	987	—
				—	—	11.8.3	—
				—	—	12.5.5	—
				—	—	13.4.3	—
				—	—	13.5.0	—
				49	632	—	—
				49.	—	10.7.7	—
<hr/>				48	400	6	

Diese Tabelle¹⁾ lehrt uns einen so auffallenden Unterschied in der

¹⁾ Der Bruch $\frac{1}{2}$ ist durch den Punkt in der Mitte und $\frac{3}{4}$ durch den Punkt oben ersetzt.

Formenentwicklung kennen, dass sogar wichtige störende Umstände sich nicht fähig erweisen, die Gesetzmässigkeit gänzlich zu verbergen. Auf Grund dieser Tabelle hätte man sagen können, dass die Structur einer Krystallsubstanz auf den ersten Blick durch die Zusammenstellung ihrer Combination erkannt werden kann.

Nun wenden wir uns der Erfahrung zu.

Um möglichst sichere Schlüsse aus dieser zu ziehen, empfiehlt es sich, 1) die Krystalle der kubischen Syngonie in Betracht zu ziehen und 2) nur die flächenreichsten Krystalle zu berücksichtigen.

Deswegen verweise ich hier wieder auf die Tabelle S. 42, Bd. 35 dieser Zeitschrift und ziehe dabei nur diejenigen Mineralien in Betracht, welche wenigstens 19 Formen enthalten.

Dann erhalten wir

für Pyrit	38	20	8
Fluorit	17	11	5
Sphalerit	13	11	9
Magnetit	8	13	9
Galenit	7	12	7
Granat	10	11	5
Fahlerz	4	12	3
Perowskit	15	2	2
Summe	112	95	48

Mit Verwunderung ersieht man, dass die Relation dieser Summen sehr gut mit den auf hexaëdrische Structur sich beziehenden Zahlen übereinstimmt. Wie gross auch im Einzelnen die Abweichungen sind, so ist doch im Mittel diese Relation gerade dieselbe, wie sie für Krystalle der genannten Structurart von der Theorie gegeben wird. Dies wäre keineswegs der Fall gewesen, wenn unter den genannten Krystallen solche von verschiedener Structur vertreten wären.

Und in der That nähern sich die äussersten Abweichungen für Pyrit und Perowskit keineswegs einer anderen Structurart, sondern sie stellen die wirklichen und extremsten Abweichungen von den theoretischen Zahlen überhaupt dar. Keine der Zahlenreihen dieser Tabelle nähert sich der einer anderen, als der der hexaëdrischen Structur zugehörenden Zahlenreihe.

Es muss daraus der sehr sonderbare Schluss gezogen werden: Nach der Gesammtheit der heutigen experimentellen Daten muss sämtlichen kubischen Krystallen hexaëdrische Structur zugeschrieben werden.

Dieser Schluss kann nur dann als ein Gesetz gelten, wenn die Ursache erhellt, warum andere Structurarten nicht möglich sind. Zur Zeit können wir aber keinen anderen Weg auffinden, nach welchem ein sicherer Schluss

$\frac{3}{4}$	1	4	3	3	4	4	6	7	7	—
1000, 0110, 1110, 0121, 1121, 2110, 1220, 2121, 0234, 1234, 3410,										
9	—	10	10	12	12	13	—	13	—	15
1330, 3121, 2234, 3220, 2330, 1242, 0341, 4110, 1341, 3234, 4124, 2341,										
16	18	19	19	—	—	21	—	21	—	22
1440, 3242, 0352, 1352, 3344, 5110, 0451, 4330, 2451, 5124, 2352, 3440,										
22	24	25	25	—	—	27	—	—	28	—
5220, 2451, 4341, 1550, 3352, 5234, 1363, 3451, 5330, 2550, 6110, 1462,										
30	—	30	31	31	—	—	—	33	34	—
2363, 6121, 5242, 0561, 1561, 3550, 4352, 5341, 4451, 2561, 6234, 3462,										
34	36	37	—	37	—	—	—	39	—	39
5440, 1660, 0473, 4550, 1473, 3561, 5352, 7110, 0572, 4363, 1572, 5451, 7121,										
40	—	40	42	43	43	—	—	45	45	—
2473, 6341, 7220, 2572, 0674, 1674, 3473, 7234, 3572, 5363, 7330, 6352,										
46	—	48	—	49	—	—	—	49	—	—
2671, 5462, 1484, 7242, 0583, 4473, 4564, 8110, 1770, 1583, 3671, 7341.										

Wie erklärt, muss diese Zahlenreihe, ohgleich dieselbe eigentlich nur die relativen Flächengrößen für den hexagonal-isotropen Complex ausdrückt, von allgemeinerer Bedeutung für hypohexagonale Krystalle sein.

Es möge diese theoretische Anordnung an den klassischen Beispielen Stephanit, Epidot, Amphibol und Axinit demonstriert werden. Dies ist durch folgende Tabelle geschehen, indem aus den Complexen dieser Mineralien sämtliche Formen ausgewählt wurden, welche die betreffenden einfachen Indices besitzen:

			St.	Ep.	Am.	Ax.				St.	Ep.	Am.	Ax.		
$\frac{3}{4}$	—	1000	1	1	1	4	13	—	4410	—	1	—	—	4	
1	+	0110	1	3	2	3	9	13	+	4431	2	4	—	1	7
4	—	1110	3	3	3	6	15	—	—	3221	2	—	2	—	4
3	+	0211	2	3	2	1	8	16	0	2431	1	1	—	—	2
3	0	1211	2	3	4	4	13	16	+	1440	2	1	—	—	3
4	—	2110	2	2	2	4	10	18	—	3422	2	1	—	—	3
4	0	1220	2	1	2	3	8	19	+	0532	—	—	—	1	1
6	—	2211	2	3	3	1	9	19	—	3431	1	—	—	—	1
7	+	0321	3	6	2	1	12	—	+	1532	3	2	—	—	5
7	+	1312	3	4	2	4	13	—	—	5110	—	2	—	—	2
—	—	3110	1	1	1	2	5	21	+	0541	1	1	—	—	2
9	+	1330	1	3	—	1	5	21	+	1541	2	—	—	—	2
—	—	2321	1	2	2	2	7	—	—	5211	—	—	—	1	1
10	—	3220	2	1	—	—	3	22	+	2532	—	—	—	1	1
12	—	2330	1	3	1	—	5	22	—	3440	2	—	—	—	2
12	+	1422	2	1	—	—	3	24	+	2541	—	1	—	—	1
13	+	0431	2	6	2	1	14	28	+	2550	2	—	—	—	2

Zum Schlusse wollen wir noch eine mit dem Begriffe der reticulären Dichtigkeit in naher Beziehung stehende Schlussfolgerung der Theorie der Krystallstructur an der Hand der Erfahrung prüfen, und zwar die Verschiedenheit der Formenentwicklung stark positiver und stark negativer Krystalle.

Wegen der genauen Formulirung dieser Schlussfolgerung muss der neue Begriff der neutralen resp. der positiven und negativen Formen eingeführt werden.

Denkt man sich die Formenentwicklung durch das Entwicklungsdreieck repräsentirt, welches genau gleich ist für die beiden Typen der Krystalle, so wird die Definition der neutralen Formen durch die Zone $\begin{smallmatrix} 111 \\ 201 \end{smallmatrix}$ gegeben, wo für die Krystalle des kubischen Typus, dem Usus entsprechend, die dritten Indices als die Indices der Hauptrichtung verstanden sind¹⁾. Für die Indices r dieser Zone gilt also:

$$r_1 + r_2 - 2r_3 = 0 \quad \text{resp.} \quad r_1 + r_2 = 2r_3 \quad \text{oder} \quad r_3 = \frac{r_1 + r_2}{2}.$$

Dabei werden die Indices a, b, c für den kubischen Typus sämmtlich positiv und ausserdem $a > b$ angenommen.

Für die Krystalle des hypohexagonalen Typus wird die neutrale Zone durch $\begin{smallmatrix} 112 \\ 122 \end{smallmatrix}$ bestimmt; also

$$-2r_0 + r_2 = 0 \quad \text{oder} \quad r_2 = r_1 + r_3 = 2r_0, \quad \text{d. h.} \quad r_0 = \frac{r_1 + r_3}{2}.$$

Falls diese Gleichheiten nicht bestehen, so sind die betreffenden Formen nicht mehr neutral, sondern positiv bei $2r_3 < r_1 + r_2$ resp. $2r_0 < r_1 + r_3$ oder negativ bei $2r_3 > r_1 + r_2$ resp. $2r_0 > r_1 + r_3$.

Der Anschaulichkeit wegen sind in der S. 227 gegebenen Tabelle die Vorzeichen angegeben, und man sieht, dass für diese klassischen Beispiele beide fast gleich oft auftreten.

Anderes wäre ja auch nicht zu erwarten, da in dieser Aufzählung nur diejenigen einfachsten Formen in Betracht gezogen wurden, welche der natürlichen Anordnung dieser Formen entsprechen, und dabei nicht die einzelnen einfachen Formen, sondern nur solche der höchsten Symmetrieart gemeint werden. Die Sache erweist sich anders, wenn man mit einfachen Formen operiren wird.

Vorher muss jedoch die theoretische Schlussfolgerung genau formulirt werden.

1) In der Arbeit »Kritische Uebersicht der Krystallformen des Mineralreiches« wird Verf. zeigen, was unter Hauptrichtung in Krystallen beliebiger Syngonieart verstanden werden muss, und dass dabei keine Spur einer subjectiven Auffassung zu Grunde liegt. Für die kubischen Krystalle wird der Begriff der Hauptrichtung unbestimmt, zugleich auch der der positiven und negativen Formen.

Da im Mittel die Chancen des Erscheinens einer Form durch die Flächengrösse des Elementarparallelogramms bestimmt werden, so ist leicht begreiflich (und kann auf dem Wege der geometrischen Constructionen oder auf Grund der Formel S. 216 bewiesen werden), dass für die positiven Krystalle die Chancen für die negativen und für die negativen Krystalle die Chancen für die positiven Formen grösser sind und dabei natürlich desto grösser, je schärfer das Vorzeichen des Krystall-complexes selbst zum Ausdrucke kommt.

In Anbetracht der grossen Abweichungen von dem Mittel, wie sie durch die vorhergehenden Beispiele constatirt wurden, kann man sagen, dass die Gesetzmässigkeiten dieser Art nur für stark positive resp. stark negative Krystalle merklich zur Aeusserung kommen werden, so dass zur Prüfung dieser Gesetzmässigkeit nur die extremsten Complexe empfohlen werden können.

Es liegt uns also ob, die Combinationen solcher extremer Complexe in Rücksicht auf die angegebene Eigenschaft derselben der Prüfung zu unterziehen.

Als besonders dem Zwecke entsprechendes Beispiel kann das des Epidots gelten, da dessen Complex stark negativ ist. Nehmen wir aus der Tabelle S. 227 die Anzahl der positiven und negativen einfachen Formen heraus, so erhalten wir:

1	3	2	3	1	2	1	3	1	1	2	20
— 1000, 1410, 2110, 221 $\bar{1}$, 3410, 232 $\bar{1}$, 3220, 2330, 4410, 342 $\bar{2}$, 5110											
3	3	6	4	3	1	6	4	1	2	1	35
+ 0410, 021 $\bar{1}$, 032 $\bar{1}$, 131 $\bar{2}$, 1330, 142 $\bar{2}$, 043 $\bar{1}$, 143 $\bar{1}$, 1440, 153 $\bar{2}$, 054 $\bar{1}$, 254 $\bar{1}$.											

Aus dieser Zusammenstellung ersieht man ferner, in wie hohem Grade die positiven Formen vorwalten. Berücksichtigen wir aber die übrigen, also die complicirteren Formen, so kommt der Unterschied noch schärfer zum Ausdrucke.

Es sind nämlich:

— 454 $\bar{1}$, 5033, 510 $\bar{1}$, 5011, 6011, 7011	6
+ 2336, 3527, 0743, 0853, 2615, 1549, 1550, 065 $\bar{1}$, 076 $\bar{1}$, 0 $\bar{1}$ 67, 176 $\bar{1}$,	
+ 171 $\bar{6}$, 2990, 116.15 $\bar{1}$	14

So stark walten die positiven Formen vor bei einem scharf ausgeprägt negativen Krystalle wie Epidot.

Da es sich aber hier nur um die Wahrscheinlichkeit handelt, so darf keineswegs in allen Fällen solche Uebereinstimmung und so scharfer Ausdruck der Gesetzmässigkeit erwartet werden; z. B. haben wir für den wenigstens eben so negativen Amphibol ein ganz anderes Zahlenverhältniss, und zwar:

+ 010 $\bar{1}$, 0110, 0121, 021 $\bar{1}$, 0231, 031 $\bar{2}$, 131 $\bar{2}$, 121 $\bar{3}$, 0341, 041 $\bar{3}$, 2.11.2.9	
+ 0781	42
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1110, 101 $\bar{1}$, 210 $\bar{1}$, 2110, 232 $\bar{1}$, 213 $\bar{2}$, 2121, 21 $\bar{2}$ 1, 221 $\bar{1}$	
— 310 $\bar{1}$, 230 $\bar{3}$	43

Die Zahl der negativen Formen ist also sogar um eine grösser.

Für den extrem positiven Glimmer ergibt sich:

+ 0011, 0110, 021 $\bar{1}$, 1033, 1330, 1330, 3.5.10.5, 1550, 3770, 1990, 1990	44
— 1000, 1110, 1011, 1110, 2011, 2110, 221 $\bar{1}$, 221 $\bar{1}$, 3011, 3110, 3022,	
— 3220, 2330, 3121, 4110, 4033, 3550, 5110, 4055, 1550, 6011, 6110,	
— 7110, 7066, 8110, 11.1.1.0	26

Um diese Frage mehr systematisch zu behandeln, wähle ich aus den Diagrammen zu »Kritische Uebersicht der Krystallformen des Mineralreiches« die äussersten Formen¹⁾, die negativen wie die positiven, des kubischen wie des hypohexagonalen Typus, und stelle dieselben der Ordnung nach in folgenden Tabellen zusammen.

I. Krystalle des kubischen Typus.

A. Negative.

1. Malachit.

H A — B $A\alpha$ $Aa\alpha$ $Aa^2\alpha$	
— 001, 102, 102, 122, 203, 043, 054	7
+ 010, 100, 110, 221, 643, 141	6
H — D B $\mathcal{A}c$ Aab	

2. Natrolith.

— 001	4
+ 010, 100, 110, 120, 221, 310, 031, 301, 331, 131, 311, 551, 511,	
H — D A B Aa — — Ab $A\gamma$ — Aa^2b $Aa^2\gamma$	
+ 610, 601, 590, 391	47
Aa^4 — $Aa^2\alpha^2$ $Aa\gamma Aa$	

3. Skolezit.

—	0
+ 010, 100, 110, 210, 120, 331, 332, 311, 531, 441, 510, 551, 551,	
H — D A — Ab $A\beta$ $A\gamma$ BA Aab Aa^3 Aa^2b —	
+ 470, 12.12.5, 13.11.1	46
$Aa\alpha^2$ $Aa\alpha\alpha b$ $Aa^5\gamma A\alpha$	

4. Trona²⁾.

— 001, 304	2
+ 100, 302, 211	3

1) Behufs der Aufstellung verweise ich auf dieselbe Arbeit.

2) Haupttrichtung ist [010].

B. Positive.
1. Astrophyllit.

+ 010, 110	2
— 101, 212, 434, 038, 616	5
$D \quad B \quad Aa\beta \quad Aa^2a \quad Aa^3b$	

2. Euklas¹⁾.

$H \quad D \quad A \quad C \quad — \quad A\beta \quad CA \quad Aa^2 \quad — \quad Aa^7 \quad Aa^5\gamma Aa \quad Aa^{14} \quad Aa^{18}$	
+ 001, 100, 101, 102, 211, 112, 323, 124, 410, 104, 910, 12.3.4, 16.1.0, 20.1.0 14	
— 010, 110, 011, 120, 021, 121, 221, 231, 031, 130, 320, 230, 332, 131,	
$H \quad D \quad — \quad A \quad — \quad C \quad B \quad \mathfrak{A} \quad Aa \quad — \quad Aa \quad — \quad A\beta \quad A\gamma$	
— 142, 041, 340, 141, 147, 152, 173, 593, 155, 151, 162, 6.10.1,	
$CA \quad Aa^2 \quad Aa\alpha \quad Aa\gamma \quad AbA \quad A\gamma A \quad CAa \quad C^2\gamma \quad Aa^2b \quad Aa^2\gamma \quad Aa\gamma A \quad A\gamma Ba$	
— 650, 061, 590, 0.11.4, 2.13.5, 670, 0.11.6, 182, 2.13.4, 9.10.0 36	
$Aa^3\alpha \quad Aa^4 \quad Aa^2\alpha^2 \quad Aa\alpha^2a \quad A\gamma A\gamma a \quad Aa^1\alpha \quad Aa^3\alpha^2 \quad Aa^3\gamma A \quad Aa\alpha^2\gamma A \quad Aa^7\alpha$	

3. Claudetit²⁾.

+ 100, 101, 101	3
— 010, 011, 110, 120, 130, 1.10.0	6
$H \quad D \quad — \quad A \quad Aa \quad Aa^8$	

II. Krystalle des hypohexagonalen Typus³⁾.

A. Negative.

1. Millerit.

— 1000, 2121	2
+ 0110, 0124, 1363, 0451	4

2. Lanarkit.

— 10.12.15.3	2
+ 0110, 0014, 0121, 0.7.4.11	4

3. Kraurit.

— 1101	1
+ 0110, 0101, 0121, 0321	4

4. Diaphorit.

— 1101, 1110	2
+ 0101, 0110, 0121, 0211, 0231, 0321, 0312, 1242, 1321, 1231, 1303,	
$H \quad — \quad D \quad — \quad A \quad — \quad — \quad B \quad C \quad — \quad Aa$	
+ 0523, 2523, 1401, 1451, 1505, 0.17.10.7	17
$Aa \quad Ac \quad Aa^2 \quad Aa\gamma \quad Aa^3 \quad Aa\alpha\alpha\alpha$	

1) Hauptrichtung ist [010].

2) Hauptrichtung ist [010].

3) In der hier folgenden Zusammenstellung konnten nur diejenigen Krystalle berücksichtigt werden, für welche der Complex ziemlich sicher aufgestellt werden kann. Viele andere, bei denen dies nicht der Fall ist, wie z. B. Sillimanit, Jamesonit, Patriinit, Sprödglimmer, manche Uranglimmer, mussten dabei ausfallen.

5. Breithauptit.

— 1000, 1110	2
+ 0110, 1330, 1440, 1.14.14.0	4

6. Humit.

<i>H</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Aα</i>	
— 1000, 232 $\bar{1}$, 2124, 230 $\bar{3}$				4
+ 010 $\bar{1}$, 0110, 0124, 021 $\bar{1}$, 032 $\bar{1}$, 131 $\bar{2}$, 0344, 2363, 252 $\bar{3}$, 254 $\bar{1}$, 054 $\bar{1}$,				
<i>H</i>	—	<i>D</i>	—	<i>A</i> <i>C</i> <i>Aα</i> <i>Aβ</i> <i>Aε</i> <i>CA</i> <i>Aα</i> ²
+ 074 $\bar{3}$, 250 $\bar{5}$, 0583, 094 $\bar{5}$, 0.13.12.1				16
<i>Aαα</i> <i>Aαα</i> <i>Aα</i> ² <i>Aα</i> ² <i>α</i> <i>Aα</i> ¹⁰				

7. Argentopyrit.

— 1000, 1 $\bar{1}$ 01, 1014, 2 $\bar{1}$ 01	4
+ 0 $\bar{1}$ 01, 0014, 0132, 0 $\bar{1}$ 12, 1143, 0.1 $\bar{1}$.2.13	6
H	— $A \cdot D \quad A\gamma \quad A\alpha\alpha^4$

8. Cordierit.

<i>H</i>	<i>D</i>	—	<i>A</i>	—	<i>C</i>	—	
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1110, 210 $\bar{1}$, 2110, 2124, 221 $\bar{1}$							7
+ 010 $\bar{1}$, 0110, 0124, 021 $\bar{1}$, 142 $\bar{2}$, 140 $\bar{4}$, 1440							7
<i>H</i>	—	<i>D</i>	—	<i>B</i>	<i>Aα</i> ²	—	

9. Beryllonit.

<i>H</i>	<i>D</i>	—	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	\mathfrak{A}	<i>Aα</i>	<i>Aα</i>	—	<i>Aα</i> ²	
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1110, 210 $\bar{1}$, 232 $\bar{1}$, 2124, 332 $\bar{1}$, 310 $\bar{1}$, 320 $\bar{2}$, 230 $\bar{3}$, 410 $\bar{1}$											11
+ 010 $\bar{1}$, 0110, 0124, 021 $\bar{1}$, 0234, 032 $\bar{1}$, 031 $\bar{2}$, 1242, 142 $\bar{2}$, 132 $\bar{1}$, 152 $\bar{3}$,											
<i>H</i>	—	<i>D</i>	—	<i>A</i>	—	—	<i>B</i>	—	<i>C</i>	\mathfrak{A}	
+ 0344, 130 $\bar{3}$, 052 $\bar{3}$, 1344, 1583, 372 $\bar{5}$, 254 $\bar{1}$, 162 $\bar{4}$, 054 $\bar{1}$, 140 $\bar{4}$, 1440,											
<i>Aα</i>	—	<i>Aα</i>	<i>Aγ</i>	<i>BA</i>	<i>BC</i>	<i>CA</i>	—	<i>Aα</i> ²	—	—	
+ 0583, 250 $\bar{5}$, 154 $\bar{1}$, 172 $\bar{3}$, 0564, 150 $\bar{5}$, 1682, 160 $\bar{6}$, 1660, 0.13.2.1 $\bar{1}$											32
<i>Aα</i> ² <i>Aαα</i> <i>Aαγ</i> <i>AγA</i> <i>Aα</i> ³	—	<i>AαγA</i> <i>Aα</i> ⁴	—	<i>Aαα</i> ⁴	—	<i>Aαα</i> ⁴					

B. Positive¹⁾.

1. Epistilbit.

+ 0110, 0014	2
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1110, 1014	4

2. Chalkophyllit.

+ 010 $\bar{1}$, 140 $\bar{4}$	2
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1 $\bar{1}$ 01, 3101, 3202	5

3. Flinkit.

+ 010 $\bar{1}$, 0110, 250 $\bar{5}$, 150 $\bar{5}$	4
— 1000, 2124, 1110, 470 $\bar{7}$	4

1) Von den höchst positiven Glimmern war schon S. 230 die Rede.

4. Pikromerit.

+ 0110, 010 $\bar{1}$, 0 $\bar{1}$ 12	3
— 1000, 110 $\bar{1}$, 1110, 1011, 210 $\bar{1}$, 310 $\bar{1}$, 320 $\bar{2}$	7
<i>H</i> <i>D</i> — — <i>A</i> <i>Aa</i> <i>Aa</i>	

Man ersieht aus dieser Zusammenstellung, dass die gefundene Gesetzmässigkeit als solche von statistischem Charakter um so besser zum Ausdrucke kommt, je reicher der Complex entwickelt ist, und zugleich, dass die Gesetzmässigkeit eben von statistischem Charakter ist und kein reines Naturgesetz darstellt. Dies soll heissen, dass in der Formenentwicklung nicht allein die reticuläre Dichtigkeit massgebend ist.

XII. Beitrag zur Zwillingsbildung.

Von

C. Viola in Rom.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 1 und 2.)

Einige neue Feldspathzwillinge.

Eine sehr beliebte und oft angewendete Methode, triklone Feldspäthe in den Dünnschliffen zu bestimmen, besteht nach A. Michel Lévy¹⁾ darin, die Auslöschungsschiefen von vier Individuen zu benutzen, welche nach dem Albit- und dem Karlsbader Gesetze orientirt sind. Durch den Zusammenhang dieser vier Auslöschungsschiefen in Bezug auf die Spur von (010) ist man im Stande, die Pole der betreffenden Schnitte der vier Individuen festzustellen, indem man einfach die gemessenen Auslöschungsschiefen mit dem von Michel Lévy entworfenen Diagramme vergleicht. Diese Methode würde also den Vortheil in sich schliessen, eine Feldspathbestimmung an jedem Schnitte vorzunehmen, während die alte Methode, wo die grösste Auslöschungsschiefe in einer bestimmten und leicht zu erkennenden Zone benutzt wird, von vielen Schnitten Gebrauch machen musste. Wie weit die neue, von Michel Lévy vorgeschlagene Methode gerechtfertigt ist, wird sich aus dem Folgenden ergeben. Ich ver füge über verschiedene Feldspathgesteine, welche schöne Feldspathmikrolithe aufweisen: es sind die Feldspathbasalte des Hernikerlandes²⁾ und die verschiedenen Leucittephrite der Provinz Rom³⁾. Hier will ich aber nur die Messungen angeben, die ich bei Feldspathmikrolithen des Feldspathbasaltes von Strathblane in Schottland gemacht habe. Die Bezeichnung 1 und 1' bezieht sich auf die nach dem Albitgesetze orientirten Individuen, ebenso 2 und 2', letztere aber in Bezug auf erstere nach dem Karlsbader Gesetze gedreht.

1) A. Michel Lévy, *Étude sur la Détermination des Feldspaths dans les plaques minces*. Paris 1894. Diese Zeitschr. **26**, 316.

2) C. Viola, *Mineralogisches und Petrographisches aus dem Hernikerlande in der Provinz Rom*. N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1899, **1**, 93. Diese Zeitschr. **35**, 499.

3) V. Sabatini, *I Vulcani Laziali*, R. comitato geologico, Roma 1900.

Drei Feldspathschnitte senkrecht zu (010) haben folgende Auslöschungen ergeben:

	$\overbrace{1 \quad 1'}$	$\overbrace{2 \quad 2'}$
I.	43°	28°
II.	44	29
III.	40	44

Ich erinnere nur daran, dass in dieser Stellung die Albitzwillinge in der Null- und der 45° -Stellung gleiche Beleuchtung haben; in der 45° -Stellung erscheinen die vier Individuen als ein Zwillingskrystall von zwei Individuen, worin man das Karlsbader Gesetz erkennt, wenn kein zweites Gesetz vorhanden ist, ausser dem Albitgesetze.

Vergleicht man die oben angegebenen Auslöschungswinkel mit denjenigen der stereographischen Diagramme von A. Michel Lévy, so werden wir inne, dass sie für keinen Feldspath passen. Ich mache vorher darauf aufmerksam, dass der Feldspathbasalt von Strathblane Labradorit, ungefähr Ab_2An_3 , in der Grundmasse enthält. Selten habe ich auch Anorthit darin feststellen können.

Wir wollen jetzt sehen, wie wir die oben angegebenen Zahlen auffassen müssen, und zwar beginnen wir mit dem Schnitte III. Ich suche in den Diagrammen die Auslöschung von 40° und finde, dass die zweite Auslöschungsschiefe eine von 44° verschiedene ist, wie immer auch die Annahme gemacht sei, falls ein Karlsbader Zwilling vorläge. Hier folgen die zu -40° passenden Auslöschungsschiefen und die dazu gehörigen Pole, welche durch die üblichen Coordinaten λ und φ ($\varphi = 0^\circ$ in unserem Falle) bezeichnet sind.

Pol:	Auslöschung:	Feldspath:
$\lambda = +50^\circ$	$+26^\circ$	für Ab_7An_6
$+22$	$+30$	- Ab_2An_3
$+44$	$+50$	- An

Daraus folgt, dass die hier beobachteten Feldspathschnitte nicht gewöhnliche Karlsbader Zwillinge sein können. Verschieben wir den Pol $+22^\circ$ für Ab_2An_3 um etwa 52° ($2 \times 26^\circ$) abwärts, so erhalten wir folgende zusammengehörige Pole mit den denselben entsprechenden Auslöschungsschiefen:

$\lambda = -22^\circ$	Auslöschung	-40°
$\lambda = -30^\circ$	-	-43°

Wir sehen also, dass wir, wenn wir richtige Resultate erhalten wollen, die nach dem Karlsbader Gesetze orientirten Individuen um circa 52° zu einander in der gemeinschaftlichen Ebene (010) drehen müssen; das will heissen, dass die zwei Individuen 1 und 2 nicht die Zone [004] gemeinschaftlich haben, wie es sein sollte, falls ein Zwillingskrystall nach dem Karlsbader Gesetze vorläge, sondern die Zone [100], und gleichfalls haben

die Individuen 1' und 2' die Zone [400] gemeinschaftlich. Die Individuen 1 und 2' haben die Kante [400] gemein.

Es ist zu vermuthen, dass das gewöhnliche Karlsbader Gesetz dann zum Vorschein kommt, wenn die Richtung [004] besser entwickelt ist, als jede andere Richtung, und dass das Gesetz mit der gemeinschaftlichen Zone [400] dann einzutreten hat, falls die Richtung [400] besser entwickelt ist als jede andere. Unter dieser Vermuthung ist zu erwarten, dass auch folgendes Zwillingsgesetz nachgewiesen werden müsste, nämlich: Verbindungsfläche (010) und die Kanten c und a abwechselnd gemeinschaftlich. Das kommt aber wirklich auch vor. Ziehen wir nämlich die zwei anderen Schnitte I und II in Betracht. Hier ist die Auslöschung $43\frac{1}{2}^{\circ}$ (Mittel) mit der Auslöschung $28\frac{1}{2}^{\circ}$ (Mittel) mit gleichem Zeichen in Zusammenhang zu bringen. Unter der Annahme Ab_2An_3 suchen wir die Pole heraus, welche den beobachteten Auslöschungsschiefen entsprechen.

Pol:	Auslöschungswinkel:
$\varphi = 0, \quad \lambda = -38^{\circ}$	-43°
$\varphi = 0, \quad \lambda = -82^{\circ}$	-28°

Nun erhalten wir den Pol $\varphi = 0$ und $\lambda = -82^{\circ}$ aus dem Pole $\varphi = 0$ und $\lambda = -38^{\circ}$, indem wir letzteren um circa 60° nach aufwärts in der Mittellinie der Projection verschieben. Drehen wir daher das eine Individuum eines Karlsbader Zwillings in Bezug auf das andere um circa 60° parallel der Fläche (010), so werden die Kanten c und a abwechselnd zur Deckung kommen. Ein solcher Zwilling hat daher die Fläche (010) und zwei in dieser Fläche gelegene Kanten abwechselnd gemein.

Ziehen wir in Rechnung, dass aus diesen Zwillingen durch Vermittelung des Albitgesetzes neue Zwillingarten entstehen, die nothwendigerweise beobachtet werden, so sehen wir, dass bei den triklinen Feldspäthen sieben Zwillingarten möglich sind, bei denen die Fläche (010) gemeinschaftlich ist. Diese Zwillinge lassen sich also auf folgende Weise beschreiben: Beide Individuen sind durch die Fläche (010) resp. (0 $\bar{1}$ 0) verbunden.

1. Sie haben ausserdem alle in der Fläche (010) liegenden Kanten gemein; Albitgesetz.
2. Die Zone [004] ist gemeinschaftlich; Karlsbader Gesetz der I. Art.
3. Nur die Kante [004] ist gemeinschaftlich; Karlsbader Gesetz der II. Art.
4. Die Zone [400] ist gemeinschaftlich.
5. Nur die Kante [400] ist gemeinschaftlich.
6. Die Kanten [400] und [004] decken sich abwechselnd.
7. Die Kante [400] des einen Individuums deckt sich mit der Kante [00 $\bar{4}$] des anderen, und umgekehrt die Kante [004] des einen deckt sich mit der Kante [$\bar{4}$ 00] des anderen.

Von diesen sieben Zwillingarten sind jedenfalls die fünf ersten wahrscheinlicher als die zwei letzten. Die Zwillingsgesetze 4, 5, 6 und 7 sind viel verbreiteter, als man sich denkt. Dieselben kann man nicht nur in dem Basalt von Strathblane, sondern überall da, wo eine mikrolithische Masse von Feldspath vorliegt, antreffen. Die Gesetze 4 und 5 sind verbreiteter als 6 und 7. Das Gesetz 4 ist ebenso wahrscheinlich wie 5, 6 wie 7.

Wollen wir die Michel Lévy'sche Methode für die Bestimmung der Feldspäthe anwenden, so muss jedesmal der Versuch gemacht werden, ob Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze vorliegen, oder ob noch andere Gesetze, unter denen die 4 und 5 sehr wahrscheinlich sind, auftreten können.

Diese Erscheinungen sind mit der Beobachtung in Einklang, dass die Feldspathmikrolithe zwar nach der Fläche (010) entwickelt, aber bald nach der Richtung c [004], bald nach der Richtung a [100] ausgebildet sind; und zwar liegen die Ausbildungsbedingungen bei der Krystallisation immer so, dass die Feldspathmikrolithe entweder nur nach der Richtung c oder nach der Richtung a verlängert erscheinen. Die hier erwähnten Verwachsungen von Individuen treten nicht allein auf; man braucht nur auf einen Dünnschliff einen Blick zu werfen, um sich zu überzeugen, dass zwei oder mehrere Individuen alle möglichen gegenseitigen Lagen haben. Aber solche Verwachsungen, welche sich genau gleichartig sehr oft wiederholen, sind jedenfalls die mit der Verbindungsfläche (010); und ferner sind von den letzteren wieder die häufiger auftretenden Verbindungen diejenigen, bei welchen noch ein Element gemeinschaftlich ist; und je mehr Elemente sich decken oder sich annähernd decken, um so wahrscheinlicher sind die Verbindungen.

Man kann sich vorstellen, dass die sieben regelmässigen Verwachsungen je nach der gegenseitigen Lage, welche zwei Krystallindividuen zufälligerweise bei ihrer Entstehung einnehmen, zur Ausbildung gelangen. Um einen Aufschluss darüber zu erhalten, stellte ich folgende Versuche an.

Versuche.

Aus einem triklinen Feldspathe habe ich Stengelchen parallel der Kante [100] herausgeschnitten, was in Folge der zwei Spaltungen (010) und (004) sehr leicht möglich ist. Diese kleinen Stengelchen wurden in eine Flüssigkeit (Methylenjodid) von gleichem specifischen Gewichte hinein gebracht, so dass sie in jeder beliebigen Stellung frei schweben konnten. Wenn man die schwere Flüssigkeit ruhig sich selber überlässt, so beobachtet man, dass die Stengelchen sich einander immer mehr nähern, bis sie sich schliesslich berühren, als ob zwischen denselben eine Anziehungskraft vorhanden wäre. Um diese Erscheinung zu beschleunigen, braucht man nur künstlich die Feldspathstengelchen zu nähern, da nachher die übrige Bewegung bis zur

vollständigen Berührung derselben von selbst und rasch vor sich geht. Haben sich die Stengelchen berührt und bewegt man nach einer kleinen Weile die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit, so werden sich die Stengelchen nach ihrer verlängerten Richtung, bald im selben, bald im umgekehrten Sinne, orientiren. Schüttelt man dann leise die Flüssigkeit, so gehen die Stengelchen zwar auseinander, aber bei jeder eintretenden Ruhe stossen sie aufs Neue an einander. Ich kann nicht behaupten, dass, wenn man mehrere Stengelchen von gleicher Grösse und Länge in der Flüssigkeit schwimmen lässt, alle die parallele Stellung annehmen, sobald sie in Berührung treten; aber von allen möglichen vorkommenden Stellungen wiederholen sich jedenfalls diejenigen am meisten, welche mit ihrer verlängerten Richtung parallel orientirt sind. Es geschieht genau so, wie wenn auf dem Wasser hin und her schwimmende feine Holzstengelchen sich nach einer gewissen Zeit, wenn Ruhe eingetreten ist, parallel zu Gruppen neben einander ordnen.

Aus dem Albit, ganz besonders aus dem Albit von Schmirn, von dem ich viel zur Verfügung hatte, habe ich Stengelchen parallel zu [001] herausgeschnitten. Das Herausschneiden von solchen feinen Stengelchen ist in Folge der Spaltbarkeit (110) nicht gerade schwer. Auch solche Stengelchen wurden in die schwere Flüssigkeit gebracht, und sie verhalten sich darin genau so, wie die vorher genannten; sie bewegen sich gegenseitig, als ob sie sich anziehen würden, schliesslich treten sie in Berührung und orientiren sich nach der Richtung [001]. Interessant ist zu beobachten, dass, wenn Stengelchen parallel [001] und solche parallel [100] neben einander gebracht werden, sie eine derartige Stellung annehmen, dass die Richtung [001] mit der Richtung [100] parallel wird.

Weitere Versuche habe ich mit Albitplättchen ausgeführt. Albitplättchen parallel der Fläche (001), aber sonst beliebig geformt, in der schweren Flüssigkeit frei beweglich, treten zusammen und verbinden sich mit der Fläche (001). Auch Albitplättchen parallel der Fläche (010) verhalten sich ebenso: sie treten neben einander in Verbindung mit der Fläche (010) zusammen. Und werden schliesslich Plättchen parallel (001) mit Plättchen parallel (010) neben einander gebracht, so verbinden sie sich nach ihren verbreiterten Dimensionen, gleichgültig ob dieselben nach der Fläche (001) oder nach der Fläche (010) oder nach beiden gemessen werden.

Würde man künstlich bewirken, dass die Ausbildung der Feldspäthe bald nach der Fläche (001), bald nach der Fläche (010) geschieht, so sollte man erwarten, dass Zwillinge zum Vorschein kommen, die die Flächen (001) und (010) abwechselnd gemeinschaftlich erhalten. Solche Arten von Zwillingen sind aber noch nicht beobachtet worden und selbstverständlich sind sie auch unwahrscheinlich.

Weitere Aufschlüsse über diesen Gegenstand habe ich durch die leicht löslichen und leicht auskristallisirenden Alaunkrystalle erhalten.

Bekanntlich krystallisirt der Alaun auf dem Boden des Gefässes in flachen Oktaëdern, die kaum auch die Flächen {100} und {110} erhalten. Diese flachen Oktaëder sind nach einer der Flächen {111} entwickelt, welche parallel zu dem Boden des Gefässes zu liegen kommt. Will man schöne frei ausgebildete Krystalle bekommen, so lässt man den Alaun auf Fäden und in einer gewissen Tiefe unterhalb des Wasserspiegels krystallisiren. Aus solchen gleichmässig ausgebildeten Krystallen habe ich Plättchen parallel der Fläche (100) herausgeschnitten. Man klebe dieselben auf eine Glasplatte fest und lege das Ganze auf den Boden des Gefässes, in das eine gesättigte Alaunlösung gebracht wurde. Tritt die Krystallisation ein, so setzen sich die Alaunkrystalle auf den Boden des Gefässes mit der Fläche (111); dasselbe geschieht auch an der Stelle, wo die nach (100) geschnittenen Alaunplättchen liegen; die Alaunkrystalle setzen sich auf diese mit der Fläche (111), als ob die Kryställchen bei ihrer Entstehung nach (111) abgeplattet wären, und es entsteht eine parallele Verwachsung von einer der Flächen {100} mit einer der Flächen {111}. Bei ruhiger Krystallisation bekommt man auf (100) eigentlich eine Incrustation von kleinen Individuen, die alle mit der Fläche (111) aufsitzen. Man kann auf diese Art so viele parallele Verwachsungen erhalten, als man nur will, und man würde fast berechtigt sein, solche parallele Verwachsungen als Zwillinge anzusehen. Man braucht nicht gerade Alaunplättchen parallel zu (100) zu verwenden, indem man denselben Zweck erreicht, welche Richtung auch immer die Alaunplättchen haben; auf jedem im Boden des Gefässes liegenden Alaunschnitt setzen sich die Alaunkryställchen mit der Fläche (111) parallel fest, und so sitzend wachsen sie fort. Dasselbe Resultat erhält man, wenn man in einer gesättigten Alaunlösung Alaunkrystalle hängen lässt, die eine andere Ausbildung besitzen, als die Flüssigkeit im Stande ist herauszubilden. Legt man z. B. grosse mehr würfelförmige Alaunkrystalle in ein kleines Gefäss, so wird man inne, dass die neue Krystallisation keine Vergrösserung der eingetauchten Alaunkrystalle bewirkt, sondern kleine oktaëderförmige Krystalle herausbildet, die sich grösstentheils auf die vorhandenen Würfelflächen mit den Oktaëderflächen ansetzen. Dabei ist die Orientirung in dieser Fläche eine ganz beliebige.

Diese Beobachtungen und Versuche, glaube ich, führen zu der Regel: Von allen denkbaren und möglichen Verbindungen zwischen zwei oder mehreren Individuen treten jedenfalls jene Verbindungen öfters auf, und daher sind sie die wahrscheinlichsten, bei denen die Individuen sich mehr und mehr parallel zu einem Elemente anordnen, nach welchem die Individuen am meisten ausgebildet erscheinen.

Wo die Störungen bei dem Ausrystallisiren einer Substanz recht klein ausfallen, da ist die wahrscheinlichste Erscheinung die, dass die Individuen

weiter wachsen. Die darauf folgende Wahrscheinlichkeit besteht in der parallelen Verwachsung von Individuen, und zwar am wahrscheinlichsten werden die Individuen nach solchen Elementen sich parallel stellen, welche am schnellsten zu erreichen sind, nachdem sie durch die Störung von der parallelen Anordnung weggebracht worden sind. Die Regel der wahrscheinlichsten Verbindungen von Individuen hat naturgemäss eine Bedeutung, so lange die angenommenen Störungen bei der Krystallisation nicht beträchtlich sind. Verhindern starke Störungen überhaupt die Krystallisation, so kann auch keine Rede davon sein, wie die Verbindungen der Individuen vor sich gehen können. Es scheint in Folge dessen bei der Verwachsung fast genau so zu gehen, wie bei der Formenentwicklung der Krystalle. Man kann auch hier behaupten, dass von allen denkbaren und möglichen Flächen die wahrscheinlichsten und daher die am meisten sich wiederholenden Krystallflächen die sind, welche bestimmten Orten am nächsten zu liegen kommen. Aber auch dieses Gesetz der Formenentwicklung gilt nur so lange, als bei der Krystallisation nicht starke Störungen in den Weg treten.

Folgerungen.

Nach der hier hervorgehobenen Regel der Krystallverwachsungen können wir ableiten, was man unter »Zwillingskrystall« zu verstehen hat.

Es ist begreiflich, dass, sobald alle möglichen und denkbaren Verbindungen von Individuen beobachtet werden, solche Verbindungen Zwillinge genannt werden müssen, welche die grösste Wahrscheinlichkeit des Auftretens besitzen; denn irgend eine andere Definition scheint mir willkürlich zu sein. Nun sind in allen Krystallsystemen die wahrscheinlichsten und besser entwickelten Flächen diejenigen, welche sich am meisten der I. Complication nähern, also im Allgemeinen {400}, {111} und {110}. Unter Zwillingen dürfen wir daher nur solche Verbindungen verstehen, bei denen die Flächen des Hexaëders {400}, im Allgemeinen gefasst, des Oktaëders {111} und des Dodekaëders {110}, und ihre resp. Zonen und Kanten am nächsten parallel zu liegen kommen. Wir dürfen nur von einem angenäherten Parallelismus sprechen, denn nur von einem solchen kann überhaupt in der Natur die Rede sein, so wie wir auch über die Krystallgestalten nur von den wahrscheinlichsten Flächen sprechen können.

Zwillingsaxe kann also sein eine Gerade, welche entweder senkrecht zu einer der genannten Flächen steht, oder in einer der genannten Flächen liegt und gleichzeitig eine Kante der ersten Complication ist oder senkrecht zu einer solchen Kante steht, oder endlich den Winkel halbirt, welchen zwei Kanten mit einander einschliessen. Mit Hülfe dieser Beschreibungsart können alle Zwillinge entwickelt werden, welche bei den triklinen Feldspäthen beobachtet worden sind, wo die gemeinschaftliche und Verbindungsfläche (010) ist. Auf gleiche Weise entstehen sieben Zwillingarten bei den

triklinen Feldspäthen, wenn die Fläche (004) Verbindungsfläche wird; drei davon kommen oft vor, nämlich:

- 1) das Manebacher Gesetz mit (004) und alle in dieser Fläche gelegenen Kanten gemeinschaftlich;
- 2) das Periklingesetz mit der Zone [010] gemeinschaftlich;
- 3) das Scopi'sche Gesetz¹⁾ mit der Richtung [040] gemeinschaftlich, als Zwillingssaxe senkrecht zu [010] und in (004) gelegen.

Es scheint mir, dass für die Beschreibung der Zwillingsgesetze die Angabe der sich deckenden Elemente der Angabe der Zwillingssaxe vorzuziehen wäre, nicht nur, weil eine solche Methode mehr den Naturerscheinungen entspricht, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, sondern weil sie eine vollständigere ist als die andere. Das oft beobachtete Zwillingsgesetz der monoklinen Pyroxene und Amphibole ist: Zwillingssaxe senkrecht zu (100). Für das monokline System (prismatische Symmetrie Groth's) hat dieses Zwillingsgesetz dieselbe Bedeutung, wie wenn die Zwillingssaxe die Kante [004] wäre, da die Axe, welche auf beiden Axen senkrecht steht und Symmetrieaxe ist, durch Drehung um 180° keine Veränderung in der Lage des Individuums hervorbringen kann. Durch eine solche Zwillingssaxe ist daher das Zwillingsgesetz dargelegt. Aber die Hauptsache bei diesem Gesetze für Amphibole und Augite²⁾ liegt nicht in der Zwillingssaxe, sondern in der Verbindungsebene. Die oft sich wiederholende Verbindungsebene ist nämlich nicht (100), sondern (440). Das vollständige definirte Zwillingsgesetz müsste also heissen: Verbindungsebene (440) und Deckzone [004]. Diese Beschreibungsart ist aber auch eine natürliche, denn in der Erscheinung kommen nur Elemente vor, die sich mit mehr oder weniger Vollständigkeit decken. Die Drehungsaxe ist offenbar eine fingirte Art, um die Deckung sich vorzustellen, nicht aber in der Natur vorhandene, denn zwei in Entstehung begriffene Individuen, wenn sie von dem vollständigen Parallelismus weggebracht worden sind, streben zur Deckung zu kommen, ohne die Drehung von 180° auszuführen.

Die nächste Frage, welche zu behandeln übrig bleibt, ist die, in welcher Beziehung die Zwillingbildung mit der vorhandenen Symmetrie der Krystalle steht, und welche Folgerung man aus einem Zwillingsgesetze für die Symmetrie ziehen kann. Im Allgemeinen kann man behaupten, dass die Krystallgestalt mit der vorhandenen Symmetrie im Zusammenhange steht. Aber die 32 Abtheilungen werden durch die Ausbildung der Krystalle nicht genau abgespiegelt. Die Flächen der ersten Complication, nämlich {400}, {444} und {410}, sind ebenso wahrscheinlich bei dem kubischen, hexa-

1) C. Viola, Feldspathstudien. Diese Zeitschr. **32**, 305, 309.

2) C. Viola, Mineralogische und petrographische Mittheilungen aus dem Herikerlande in der Provinz Rom (Italien). N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1899, **1**, 93. Ref. diese Zeitschr. **35**, 499.

gonalen, tetragonalen, wie bei dem rhombischen, monoklinen und triklinen Systeme; sie werden besser zur Entwicklung gelangen, als im Allgemeinen irgend welche Flächen von Complicationen höherer Ordnung, gleichgültig welches immer auch das Krystallsystem sei. Wir haben also zu erwarten, dass die wahrscheinlichsten Krystallverbindungen nach den Flächen der ersten Complication $\{100\}$, $\{111\}$ und $\{110\}$ erfolgen werden, und nach den zweizähligen, dreizähligen und vierzähligen Zonen, ganz gleich, ob diese Elemente die Rolle von Symmetrieelementen spielen oder nicht. Die Hauptsache dabei ist nur, dass diese Elemente besser ausgebildet werden, als beliebige andere.

Anstatt bekannte Beispiele hier zu wiederholen, werde ich einen sehr interessanten Fall vorbringen, der sich auf das Kieselzinkerz von Monteponi bezieht. Das reiche Material, welches ich voriges Jahr in Monteponi (Sardinien) von diesem Mineral gesammelt habe, veranlasste mich, zahlreiche Messungen anzustellen, die den Gegenstand einer späteren Publication bilden sollen. Ich entnehme daraus nur einige Resultate, welche die Frage der Krystallverbindung erleichtern können. Zwillinge von Kieselzinkerz mit der Zwillingsfläche (001) wurden nicht beobachtet, aber fächerförmige Verwachsungen kommen sehr oft vor. Die Krystalle, welche eine solche Verwachsung eingehen, sind so orientirt, dass die Flächen (010) einen Büschel bilden, und zwar ungefähr um die Kante [100], welche somit gemeinschaftlich bleibt. Da der Winkel zwischen den einzelnen Individuen sehr klein ist, so kann man sich vorstellen, dass dieselben in der Weise verwachsen, dass nach Möglichkeit die Flächen (010) nahe aneinander kommen, immer nach gleicher Richtung orientirt. Ein etwas idealisirtes Bild zeigt Fig. 4, Taf. VIII. Jedes Glied einer solchen radialen Verwachsung besteht wiederum aus zwei nach derselben Regel verwachsenen Individuen, die einen sehr kleinen Winkel mit einander einschliessen. Die Krystalle sind nach der Fläche (010) stark abgeplattet und nach der Richtung [001] stark ausgebildet. Zwei Individuen scheinen nach der Fläche (010) verwachsen zu sein mit den Kanten [001] parallel, als ob sie triklinen Krystalle wären und nach der Fläche (010) verzwillingt wie nach dem Albitgesetze, oder als ob sie monokline Krystalle wären und nach der Fläche (100) verzwillingt. Da die Flächen der Zone [001] dieser kleinen Krystalle sehr gestört und stark gestreift sind, so liegt für die Erkennung einer solchen Verwachsung nur der einspringende und ausspringende Winkel vor, welcher sich zwischen den Flächen (101) resp. ($\overline{1}01$) einstellt.

Ich lasse hier einige Messungen folgen:

$$\begin{aligned} o(101) : c(001) &= 31^{\circ}27' \\ o'(101) : c'(001) &= 34 \quad 34 \\ o(101) : o'(\overline{1}01) &= 4 \quad 6 - 2^{\circ}20' \dots \end{aligned}$$

$$m(011) : c(001) = 25^{\circ}54'$$

$$m'(011) : c'(001) = 25 \ 54$$

$$p(301) : c(001) = 64 \ 20$$

$$p(301) : p'(301) = 4 \ 40 \dots$$

Man sieht aus diesen wenigen Zahlen, dass die Flächen o und o' einen veränderlichen Winkel einschliessen; dasselbe gilt für die Flächen p und p' . Ja sogar der einspringende Winkel zwischen o und o' kann auch ein auspringender werden (s. Taf. VIII, Fig. 2).

Das vor uns liegende Gebilde hat ganz den Anschein, ein Zwillingsskrystall zu sein, dessen Verbindungs- und Zwillingsebene (010) ist und dessen Zwillingssaxe darauf senkrecht steht. Und wenn veränderliche Winkel dabei vorkommen, so könnten diese als kleine Störungen aufgefasst werden. Grössere Störungen sogar kommen in der Zone $[004]$ vor.

Daraus, dass die Ebene (010) eine Zwillingsebene sei, würde der Schluss folgen, dass sie keine Symmetrieebene sein könnte, falls eine Beziehung zwischen Symmetrie und Verzwillingung eingeräumt werden sollte, was oft für andere Mineralien geschehen ist. Man kann aber durch das reiche Material von Monteponi beweisen, dass das Kieselzinkerz wirklich rhombisch und dass (010) eine Symmetrieebene ist. Auch die physikalischen Erscheinungen sprechen dafür, dass das Kieselzinkerz die Symmetrieebene (010) besitzt. Das Gebilde kann daher kein Zwillingsskrystall sein, sondern ist eine parallele Verwachsung von zwei gleichen Individuen, bei deren Verwachsung die eingetretene Störung einen unvollkommenen Parallelismus verursacht hat. Wir sehen aber zugleich, dass parallele Verwachsung und Zwillingsskrystall nur zwei Ausdrücke sind, die in dem vorliegenden Falle dieselbe Bedeutung haben können, falls die Symmetrie auf die eine oder andere Weise gedeutet wird; die Symmetrie und die parallele Verwachsung, im Allgemeinen gefasst (also auch die Verzwillingung inbegriffen), haben vielmehr keine innige Beziehung miteinander. Eine Verzwillingung kann naturgemäss eine Symmetrie hervorbringen; eine vorhandene Symmetrie schliesst die Verzwillingung nicht aus. Wir sehen vielmehr, dass die Verzwillingung im Zusammenhange steht mit der Ausbildung der Krystallgestalt. Es handelt sich also um eine mehr oder weniger vollkommene parallele Verwachsung, welche die Symmetrie des Kieselzinkerzes nicht zu bestimmen vermag.

Bekanntlich stellte Mallard das Princip auf, dass die Krystalle sehr oft symmetrisch um jene Symmetrieelemente verwachsen, welche im Raumgitter des Krystalles fehlen. Man würde z. B. nach Mallard annehmen, dass im Kieselzinkerze die Symmetrieebene (010) und folglich auch (400) fehlt. Wallerant¹⁾ ist noch weiter gegangen, indem er das neue Gesetz

1) Fr. Wallerant, Sur une loi nouvelle relative aux groupements des cristaux. Compt. rendus 1898, **127**, 1250. Diese Zeitschr. **33**, 624.

aufstellte: dass sich die Krystalle nicht nur um die fehlenden Symmetrieelemente des Raumgitters, sondern auch der Moleküle gruppieren können. Zur Ableitung dieses Gesetzes hatte Wallerant die Beobachtung benutzt, dass zwei Flussspathindividuen so vereinigt waren, dass eine der dreizähligen Symmetriexen gemeinschaftlich war, und das eine Individuum in Bezug auf das andere nicht um 180° resp. 60° gedreht war, sondern um circa $44^{\circ}28'$. Diese beobachtete Verbindung führte zu der Hypothese, dass die Verwachsung von Flussspathindividuen sich wiederholen könnte, und zwar fünfmal, so dass daraus ein reguläres Ikosaëder mit zehn dreizähligen Symmetriexen etc. entstehen würde. Es müssten also, fügte Wallerant hinzu, die Moleküle des Flussspathes eine solche Symmetrie besitzen.

Die Versuche und Beobachtungen führen dagegen zu der Ueberzeugung, dass das Princip von Mallard nur eine unwahrscheinliche Hypothese ist, und dass in Folge dessen das neue Gesetz von Wallerant durch zwei Hypothesen unterstützt wird, die wiederum an Mangel von Beobachtungen leiden. Wenn die Untersuchung beweist, dass Flussspathindividuen sich nach der dreizähligen Axe gern vereinigen, so kann man daraus schliessen, dass dieselben nach der dreizähligen Axe besser zur Ausbildung gelangen, als nach einer anderen Richtung. Unter allen möglichen Verbindungen parallel dieser Axe kommt das gewöhnliche Gesetz vor, nämlich als Zwillingssaxe die dreizählige. Es kann aber auch der Fall vorkommen, dass zwei Individuen um circa $44^{\circ}28'$ gegen einander gedreht sind, ohne dass eine solche Verbindung die Wahrscheinlichkeit habe, sich zu wiederholen. Nur wenn sie sich oft wiederholt, kann sie die Aufmerksamkeit auf sich ziehen und Gegenstand einer neuen Untersuchung bilden.

XIII. Die Bestimmung der optischen Constanten eines Krystalles aus einem einzigen beliebigen Schnitte.

Von

C. Viola in Rom.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 3—6.)

Mit einem Totalreflectometer werden die einzelnen Winkel der Totalreflexion zwischen einem einfachbrechenden Mittel von hohem Brechungsindex und einem doppeltbrechenden Mittel gemessen; ein Winkel der Totalreflexion heisse i , und sei N_o der Brechungsindex des stark brechenden Mittels, z. B. in Bezug auf Luft. Es fragt sich, was der Ausdruck

$$N_o \sin i$$

bedeute. Bei der Beantwortung dieser Frage werden wir zu Folgerungen kommen, welche unsere Aufgabe lösen sollen.

Denken wir uns, dass MM' (Taf. VIII, Fig. 3 oben) die horizontale Grenzebene zwischen dem unten liegenden einfachbrechenden Mittel von dem Brechungsverhältnisse N_o und dem oben liegenden doppeltbrechenden Mittel darstellt. Also ist die Zeichnungsebene zugleich die Einfallsebene. Unterhalb in der Fig. 3 wird die Grenzebene durch die Zeichnungsebene dargestellt; also ist JJ die Spur der darauf senkrecht stehenden Einfallsebene. Der von unten kommende Lichtstrahl S_o mit dem Einfallswinkel i soll die Grenze der Totalreflexion angeben. Wir wollen zuerst kurz die Bedingungen dafür suchen, dass die Grenze der Totalreflexion in der angenommenen Einfallsebene JJ unter dem Winkel i stattfindet. Wir zeichnen mit dem Mittelpunkte o und mit dem Halbmesser or_o , der proportional zu der Lichtgeschwindigkeit V_o im einfachbrechenden Mittel sein soll, eine Halbkugel (in der Verticalprojection K , Fig. 3), welche die Lichtwellenfläche für dieses einfachbrechende Mittel ist. In der Horizontalprojection, Fig. 3 unten, wird diese Kugel durch den Kreis K' dargestellt. In demselben Massstabe zeichnet man auch die Wellenfläche für das doppeltbrechende Mittel; die Grösse der Normalen auf jeder Tangentialebene an dieser Wellenfläche ist

die Lichtgeschwindigkeit der als Wellenebene aufgefassten Tangentialebene. Der Schnitt dieser Wellenfläche mit der Grenzebene der Totalreflexion soll die Curve Σ sein (Taf. VIII, Fig. 3 unten). Wir begnügen uns damit, nur eine Curve des aus zwei Curven bestehenden Wellenflächenschnittes zu verzeichnen, denn was für die eine gesagt wird, gilt auch für die andere.

Ist also i der Winkel der Totalreflexion, so wird die dem Strahle S_o entsprechende Wellenebene E_o eine solche Lage haben müssen, dass ihre Spur $E_l E_l$ auf der Grenzebene die Curve Σ der Wellenfläche berührt. Durch den Berührungspunkt s legt man die Tangentialebene E , Fig. 3, an die Wellenfläche, welche somit dieselbe Spur $E_l E_l$ haben wird wie die Tangentialebene E_o an die Kugelfläche. So wird die Tangentialebene E die Wellenebene in dem doppeltbrechenden Mittel darstellen, welche der Grenze der Totalreflexion entspricht; der längs der Grenzebene laufende Lichtstrahl für die Grenze der Totalreflexion wird os sein. Für dieselbe pflanzt sich die Lichtbewegung in der Richtung os fort, während die Wellenbewegung nach der zu der Wellenebene E senkrecht stehenden und dem Brechungswinkel e entsprechenden Richtung ov vor sich geht. Bezeichnen wir die Lichtgeschwindigkeit längs der Normalen ov mit V , längs des Lichtstrahles os mit S , und führen wir noch die Geschwindigkeit der Lichtbewegung längs der Richtung ou ein, welche mit U benannt sein mag. Sei ferner ε der Winkel, den die Richtungen ov und os mit einander einschliessen, (Fig. 4¹⁾); ou schliesse mit os den Winkel δ und mit ov den Winkel φ ein. Es ist nämlich $\varphi = 90^\circ - e$. Aus den Fig. 3, 4 entnehmen wir folgende Beziehungen:

$$\overline{ov} = \overline{ou} \cos \varphi = \overline{ou} \sin e; \quad \overline{ov}_o = \overline{ou} \sin i,$$

$$\text{oder} \quad \frac{1}{U} = \frac{1}{V} \sin e = \frac{1}{V_o} \sin i.$$

Ferner ergibt sich noch

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{V} \cos \varepsilon = \frac{1}{V} \sin e \cos \delta.$$

Führen wir jetzt die Brechungsindices ein.

W sei die Lichtgeschwindigkeit in der Luft, so haben wir, wie bemerkt,

$$\frac{W}{V_o} = N_o.$$

Ferner sei N_u das Brechungsverhältniss für die Richtung ou und N_s für die Richtung des Strahles, so haben wir analog:

$$\frac{W}{U} = N_u \quad \text{und} \quad \frac{W}{S} = N_s.$$

Daher gehen unsere vorherigen Beziehungen in folgende über:

$$N_u = N_o \sin i \quad \text{und} \quad N_s = N_o \cos \varepsilon.$$

1) In Fig. 4, Taf. VIII bedeuten die Punkte s, u, v die Pole der Richtungen os, ou, ov .

Wir können also unsere oben aufgeworfene Frage so beantworten:

Wenn man aus dem Winkel der Totalreflexion den Ausdruck $N_o \sin i$ bildet, so berechnet man das Brechungsvermögen der Lichtbewegung in der Richtung ou , welche sowohl in die Grenzebene als auch in die Einfallsebene fällt.

Aus der Beziehung

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{V_o} \sin i$$

lässt sich für alle Einfallsebenen die Lichtgeschwindigkeit für die in der Einfallsebene liegende Richtung berechnen. Tragen wir die so ermittelte Grösse U auf den durch o' gehenden Radiusvector J auf und führen wir dieselbe Operation für alle Richtungen aus, so werden wir eine gewisse Anzahl von Punkten bestimmen, durch welche eine Curve gehen wird; sie heisse die Curve U , welche direct aus den Messungen der Winkel der Totalreflexion hervorgeht. Die Beziehung, welche die Curve U mit der Schnittcurve Σ der Wellenfläche hat, zeigt Fig. 3, Taf. VIII selbst. Die Curve U geht nämlich durch die Fusspunkte der Normalen auf die Tangenten der Curve Σ . Hat man daher die Curve U durch die Messungen berechnet, so fällt man die Normalen an die Radienvectoren in allen Punkten dieser Curve, und man wird die Umhüllungscurve Σ ziehen können. Um so genauer wird eine solche Curve Σ construirt werden können, je mehr Tangenten zu Gebote stehen werden. Wir sind also mit Hülfe der Winkel der Totalreflexion im Stande, den Schnitt der Grenzebene mit der Wellenfläche zu construiren, und zwar um so genauer, je zahlreichere Messungen vorliegen.

Wir berechnen gewöhnlich anstatt der Curve U ihre reciproke Curve N_u , welche aus der Beziehung

$$N_u = N_o \sin i$$

hervorgeht, wo N_o constant ist.

Bezeichnet man die reciproke Curve Σ mit N_s , so werden ihre Radienvectoren durch die Beziehung

$$N_s = N_o \sin i \cos \delta$$

berechnet.

Während die Tangenten an der Curve Σ und die zu ihnen gefällten Normalen die Fusspunkte bestimmen, durch welche die Curve U geht, wird umgekehrt die reciproke Curve N_s der Curve Σ aus der reciproken Curve N_u der Curve U dadurch bestimmt, dass man die Tangenten an die Curve N_u legt und die Fusspunkte der Normalen zu denselben construirt (Fig. 5). Es ist die Curve U die Normalencurve der Curve Σ , und die Curve N_s ist umgekehrt die Normalencurve der Curve N_u . Es ist alles reciprok, und wir können für unsere Betrachtungen beliebig von den Curven Σ und U , oder von den Curven N_s und N_u ausgehen. Was bei dieser Reciprocität

geändert wird, besteht nur in den Tangenten, denn diese stimmen in beiden Arten von Curven nicht mehr überein. Während die Curve Σ der Wellenfläche uns die Spur der Wellenebenen angiebt, thut das N_u nicht mehr.

Indem wir also jetzt wissen, dass durch den Winkel der Totalreflexion i und aus der Beziehung

$$N_u = N_o \sin i$$

die Curve N_u berechnet wird, wollen wir fragen, was für Curven wir in dem Fernrohre des Refractometers beobachten. Man kann sagen, dass innerhalb eines kleinen Bereiches, wie es eben das Gesichtsfeld des Fernrohres ist, die Curve der Totalreflexion auf eine Ebene projicirt wird, welche zu einem mittleren reflectirten Lichtstrahle senkrecht steht. Sei ot die Richtung des zurückgeworfenen Lichtstrahles von der Grenzebene MM , Fig. 6, und gleichzeitig der optischen Axe des Fernrohres, td die Ebene, auf welcher das Bild der Grenze der Totalreflexion sich projicirt, und der Abstand $od = H$. Dann haben wir $q = H \sin i$. Also ist der Radiusvector der im Gesichtsfelde erscheinenden Curve der Totalreflexion proportional zu $\sin i$, genau wie der Radiusvector der Curve N_u . Die im Gesichtsfelde erscheinende Curve der Totalreflexion ist folglich mit der berechneten Curve N_u identisch. Anders verhält sich die Sache, wenn wir die ganze Curve der Totalreflexion auf ein Blatt Papier projiciren. Es sei z. B. PP (Fig. 6) ein zur Grenzebene MM paralleles Papier für die Projection der aus der Totalreflexion herkommenden Strahlen, und man wende Incidenzbeleuchtung mit allen Richtungen des Incidenzstrahles in der Grenzebene an. Der Radiusvector der auf PP projicirten Curve wird offenbar $te = r$ sein und steht in folgender Beziehung mit i :

$$r = h \tan i.$$

Aus dieser Untersuchung geht hervor, dass die Curve der Totalreflexion, wie sie durch das Fernrohr beobachtet wird, mit der Curve N_u übereinstimmt, und wie sie auf ein Blatt Papier projicirt wird, von der Curve N_u verschieden ist.

Fällt die Grenzebene der Totalreflexion mit einer optischen Hauptebene zusammen, so stimmt die Curve N_u mit dem Schnitte der Indicesfläche überein, da die reciproke Curve U in die Normalenfläche zu liegen kommt; fällt sie mit der Ebene der optischen Axen zusammen, so schneiden sich die zwei Curven der Totalreflexion in den optischen Axen.

Die Curve U stimmt mit der Curve Σ nicht überein, ausgenommen in ganz speciellen Fällen. Fällt z. B. die Grenzebene mit einer optischen Hauptebene zusammen, so besteht die Curve Σ aus einem Kreise und einer Ellipse. Die dem Kreise entsprechende Curve U ist natürlich derselbe Kreis.

Aber wenn die Curve U mit der Curve Σ nicht zusammenfällt, so giebt es doch gewisse Punkte, in denen die Curve U die Curve Σ berührt. Es handelt sich jetzt darum, zu untersuchen, wo die Berührungspunkte der

beiden Curven liegen. Die Aufgabe könnte analytisch behandelt werden; wenn man aber den geometrischen Weg weiter einschlägt, gewinnt die Frage an Uebersichtlichkeit und der Beweis verliert nicht an Strenge.

Berührt sich die Curve U mit der Curve Σ in einem Punkte, so fällt in diesem Punkte u mit s , Fig. 3, Taf. VIII, zusammen. Tritt aber das ein, so haben beide Curven in dem speciellen Berührungspunkte eine gemeinsame Tangente, und überdies muss diese Tangente zum Radiusvector senkrecht stehen. Ist aber ferner der Radiusvector $o's$ resp. $o'u$ zur Tangente beider Curven senkrecht, so stellt $o's$ resp. $o'u$ ein Maximum oder ein Minimum dar.

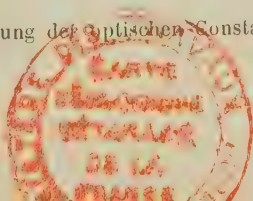
Wir sind also jetzt zu folgendem Resultate gelangt: Die beiden Curven U und Σ müssen sich in solchen Punkten berühren, und zwar nur in solchen, wo Maxima und Minima der Radienvectoren zu Stande kommen. Solcher Maxima und Minima sind aber im Ganzen nur vier, wie die Erfahrung und die Theorie beweist; von diesen vier Maximis und Minimis gehören drei den Werthen a , b und c und der vierte einer dazwischen liegenden Grösse an, welche wir kurzweg mit b' bezeichnen wollen; alle vier gehören naturgemäss der Wellenfläche an; somit werden mit Hülfe der Totalreflexion immer vier Punkte der Wellenfläche direct bestimmt. Da a und c leicht und immer erkannt werden können, so liegt die nächste Aufgabe darin, die Stelle b von der Stelle b' zu unterscheiden.

Diese Aufgabe wurde mit Benutzung eines einzigen beliebigen Schnittes des Krystalles für unlösbar gehalten. Ich habe gezeigt¹⁾, dass, wenn man die Lage der Polarisations Ebenen für die vier Strahlen auch nur annähernd in Bezug auf die Einfallsebene bestimmt, es durch eine kurze Rechnung leicht möglich ist, die Strahlen b und b' von einander zu unterscheiden. Es soll aber gezeigt werden, dass die Lösung dieser Aufgabe viel leichter und übersichtlicher sich gestalten kann, und dass jede Rechnung entbehrlich wird.

Zu diesem Zwecke fassen wir die Polarisationsrichtungen ins Auge.

Es sei in Erinnerung gebracht, dass die schwingende Bewegung des Lichtes in der Wellenebene erfolgt und zum Lichtstrahl senkrecht steht; sie muss in Folge dessen zu der in Fig. 4 Taf. VIII durch vs dargestellten Ebene VS senkrecht stehen; also auch die Polarisations Ebene muss zur Ebene VS senkrecht stehen. Dieses Merkmal führt uns sofort dazu, den Strahl b' zu erkennen. Dass für die Lage der Strahlen a , b und c die Punkte u und s zusammenfallen, wie immer die Polarisations Ebenen auch liegen mögen, ist selbstverständlich, denn für die genannten drei Strahlen fällt v mit s zusammen. Da die Polarisations Ebenen dieser Strahlen in die optischen Hauptebenen fallen, so

4) C. Viola, Ueber Bestimmung der optischen Constanten etc. Diese Zeitschr. 31, 40—48.



liegen sie zu der Grenzebene und der Einfallsebene der Totalreflexion im Allgemeinen geneigt. Nicht so für den Strahl b' . Hier fällt u mit s , aber nicht v mit s zusammen; also steht die Ebene VS zur Grenzebene senkrecht, und somit fällt sie mit der Einfallsebene zusammen. Daher liegt die Polarisationssebene des Strahles b' zur Einfallsebene senkrecht.

Während also bei den drei Maximis und Minimis a , b , c die Polarisationssebene gegen die Einfallsebene der Totalreflexion im Allgemeinen geneigt ist, ist sie dagegen für den vierten Strahl b' , wo ebenfalls ein Maximum oder ein Minimum eintritt, immer senkrecht.

Nach diesem allgemeinen Satze müssen wir einige specielle Lagen der Grenzebene betrachten. Wir brauchen nicht die Fälle zu berücksichtigen, wo die Grenzebene durch eine optische Hauptaxe geht, oder mit einer optischen Hauptebene zusammenfällt, denn in allen solchen Fällen sind die Grössen a , b , c unzweideutig bestimmt. Aber solche Fälle müssen näher geprüft werden, wo die Grenzebene nahe einer optischen Hauptrichtung, oder nahe einer optischen Hauptebene zu liegen kommt. Wir werden sehen, dass nur ein einziger Fall besondere Aufmerksamkeit verdient.

1. Wenn die Grenzebene einen sehr kleinen Winkel mit einer der drei optischen Hauptaxen einschliesst, so steht sie beinahe zu einer Hauptebene senkrecht und ist gegen die anderen Hauptebenen geneigt. Für zwei der drei Strahlen a , b , c wird daher die Polarisationssebene gegen die Einfallsebene geneigt sein, während für den dritten Strahl die Polarisationssebene eine sehr kleine Neigung mit der Einfallsebene bilden wird; für den vierten Strahl b' steht die Polarisationssebene auf der Einfallsebene senkrecht, und somit bietet dieser Fall gar keine Schwierigkeit.

2. Die Grenzebene der Totalreflexion bildet mit einer der zwei optischen Hauptebenen bc oder ba einen sehr kleinen Winkel, also ist sie gegen die andere und gegen die dritte Hauptebene ca nahezu normal. In diesem Falle wird die Polarisationssebene für einen der beiden Strahlen c und a nahezu senkrecht zur Einfallsebene stehen; aber für den Strahl b wird die Polarisationssebene zu der Einfallsebene nahezu parallel sein. Da sie aber für den Strahl b' senkrecht steht, so werden auch in diesem Falle sofort b und b' unterschieden werden können.

3. Die Grenzebene bildet mit der optischen Hauptebene ca , d. h. mit der Ebene der optischen Axen, einen sehr kleinen Winkel. Sie kommt also nahe den optischen Axen zu liegen. In diesem kritischen Falle hat der Strahl b die Polarisationssebene sehr nahe senkrecht zur Einfallsebene. Für den Strahl b' liegt zwar die Polarisationssebene genau zur Einfallsebene senkrecht, aber da von einer grossen Genauigkeit bei der Bestimmung der Polarisationssebene nicht die Rede sein kann, so bleiben die beiden Strahlen b und b' auf diesem Wege unentschieden. Aber dieser kritische Fall kann

nur in Betracht kommen, wenn die Grenzebene der Totalreflexion einen sehr kleinen Winkel mit der Ebene der optischen Axen einschliesst. Unter diesen Verhältnissen werden die innere und die äussere Grenzcurve der Totalreflexion sich in der Nähe der optischen Axen aneinander anschliessen. Man kann daher aus einem solchen Schnitte den Winkel der optischen Axen annähernd messen.

Ferner müssen die Strahlen b und b' neben die Strahlen c und a fallen. Fällt also b' nahe an a oder nahe an c , so sind die Brechungsverhältnisse der Strahlen b' und b , welche aus der Formel $N_o \sin i$ berechnet werden, sehr verschieden von einander. Berechnet man also den Winkel der optischen Axen mit der Tangentenformel, indem man für den mittleren Brechungsindex bald denjenigen des Strahles b , bald denjenigen des Strahles b' benutzt, und vergleicht dann diesen berechneten Winkel der optischen Axen mit dem gemessenen, so ist aus dem Resultate b von b' sofort zu unterscheiden. Also ergibt sich, dass der einzige, eine zweideutige Lösung hervorbringende kritische Fall der ist, wo die Grenzebene der Totalreflexion nahe der Ebene der optischen Axen kommt. Die Zweideutigkeit der Lösung kann aber in den meisten Fällen verschwinden, wenn man durch die Grösse b resp. b' den Winkel der optischen Axen berechnet und mit dem gemessenen vergleicht.

Wir können in Folge dessen unsere Resultate so zusammenfassen:

Die aus dem Winkel der Totalreflexion sich ergebenden Maxima und Minima dienen dazu, unzweideutig die Grössen a , b , c ohne Rechnung zu erhalten, indem man einfach von den zwei mittleren Werthen dasjenige Maximum oder Minimum ausscheidet, wo die Polarisationssebene zur Einfallsebene senkrecht steht.

Ist die Polarisationssebene für zwei nicht mit a oder c zusammenfallende Strahlen der Maxima und Minima zur Einfallsebene nahezu senkrecht, so liegt die Grenzebene nahe der Ebene der optischen Axen, und man hat den einzig möglichen kritischen Fall; die daraus entstehende Zweideutigkeit kann durch Messung des Winkels der optischen Axen beseitigt werden.

Zusatz bei der Corr. Nachdem obiger Aufsatz bereits dem Drucke übergeben war, kam mir eine interessante Publication über denselben Gegenstand von Cornu (Compt. rend. **133**, 425 und Bull. soc. fr. d. min. **25**, 7 ff.) zu Gesicht. Unter dem Vorbehalt, bald auf die Frage zurückzukommen, erlaube ich mir hier nur darauf hinzuweisen, dass die von Cornu behandelte Aufgabe von mir schon vor mehreren Jahren vollständig gelöst worden ist (diese Zeitschr. **31**, 40; siehe auch ebenda **31**, 484; **32**, 443, 305).

XIV. Mineralogische Mittheilungen.

Von

K. Zimányi in Budapest¹⁾.

(Hierzu Taf. IX.)

Als ich vor einigen Jahren für das ungarische Nationalmuseum im Siebenbürgischen Erzgebirge Mineralien sammelte, konnte ich auch in Rézbánya einige Stufen erwerben. Im Folgenden will ich kurz gefasst meine auf dieses Material bezüglichen Beobachtungen mittheilen.

1. Cerussit und Pyromorphit von Tarkaicza im Comitate Bihar.

In den Jahren 1890 und 1891 liess das Aerar in Tarkaicza²⁾ auf Blei- und Silbererze schürfen, da jedoch keine Aussicht auf nutzbringenden Bergbau war, wurden die Arbeiten bald eingestellt. Das Erzvorkommen ist hier ein anderes als in dem benachbarten Rézbánya; da weder das Vorkommen, noch der Cerussit und Pyromorphit von Tarkaicza bekannt sind, schien eine kurze Beschreibung einiges Interesse zu haben.

Persönlich war ich nicht am Fundorte; bezüglich der geologischen Verhältnisse hatte Herr Chefgeolog Dr. J. Pethö, der eben die Umgebung von Belényes und Tarkaicza geologisch aufnimmt, die dankenswerthe Freundlichkeit, mir einige Daten mitzuthemen.

Der Schurf war etwa eine halbe Stunde westlich vom Dorfe, in einem linksseitigen Nebenthale des Klein-Tarkaiczaer Baches. Das Gestein ist ein feinkörniger Quarzitsandstein von grauer Farbe, Versteinerungen führt er nicht, aber nach den Lagerungsverhältnissen bestimmte Herr Pethö denselben als Dyassandstein, auf welchem der Triaskalkstein lagert; an vielen Stellen ist Dislocation erkennbar. Das erzführende Gestein ist der Sandstein.

1) Aus dem ungarischen Original (Magy. Chem. Folyóirat 1902, 8, 6.—7. Heft) vom Verf. mitgetheilt.

2) Tarkaicza liegt ca. 9 km südlich von Belényes und ca. 23 km nordwestlich von Rézbánya.

Auf mein Ersuchen theilte mir das königl. ungar. Bergbauamt in Rézbánya noch Folgendes mit. In Berge, auf welchem der Schurf war, fand man in einer Entfernung von 110—120 m vom Hauptthale eine Vererzung zwischen zwei etwas verschiedenen Varietäten des Sandsteines; im Liegenden war derselbe glimmerreich und gut geschichtet, dagegen im Hangenden ist die Schichtung weniger bemerkbar und das Gestein enthält wenig Glimmer. In der Fallrichtung der Schichten (35° N.O.) legte man einen 14 m tiefen Schacht an, da aber das Wasser Hindernisse entgegenbrachte, wurde vom Hauptthale ein 150 m langer Stollen getrieben und von hier in der Richtung des Einfallens bergaufwärts gegen den Erzbutzen gearbeitet. Der Aufbau hatte eine Länge von 36 m; da die Vererzung sich auskeilte, wurden die Schurfarbeiten eingestellt. Die Erze, Pyromorphit, Cerussit und Galenit wurden in einer Länge von 8 m aufgedeckt; dieselben enthielten nur 16 bis 20 g Silber pro q. und 25—50 % Blei.

Die Stufe, an welcher die Cerussit- und Pyromorphitkrystalle angewachsen sind, besteht grösstentheils aus graulichweissem, etwas eisenschüssigem Cerussit und feinkörnigem Galenit; dieser letztere färbt in fein vertheiltem Zustande stellenweise das Weissbleierz schwarz¹⁾. Die Krystalle des Cerussit sind von zweierlei Art; die weissen, durchscheinenden sind prismatisch in Folge des Dominirens der Flächen der $\{010 : 001\}$ -Zone, die kleinen (1—3 mm), wie auch die grösseren (7—9 mm) sind derart aufgewachsen, dass nur das eine Ende des Krystalles vollkommen ausgebildet ist. Viele der Krystalle sind von einem kleintraubenförmigen, schwarzen Limonit bedeckt, so zu sagen umrindet. An einem älteren Exemplare — vom Jahre 1893 — unserer Sammlung ist die Limonitrinde noch ausgebreiteter, nur ein kleiner Theil der Cerussitkrystalle ist frei davon, jedoch Pyromorphit ist an der Stufe nicht zu sehen. Die Limonitrinde hat faserige Structur, ihre Dicke (1—1½ mm) überragt zuweilen jene der Krystalle. Auf die überrindeten Krystalle setzt sich nochmals Cerussit an und umhüllt dieselben beinahe gänzlich. Die gemessenen Cerussite stammen von der vorher beschriebenen Stufe. Die Combination und den Habitus der Krystalle sieht man in den Figg. 4—3 der Taf. IX. Im Allgemeinen spiegeln die Flächen sehr gut, die breiteren Domenflächen und $b\{010\}$ sind fein gerieft parallel der Axe a , nur die Querfläche $a\{100\}$ hat schwachen Glanz.

Die kleinen, höchstens 4 mm grossen Krystalle sitzen in kleinen Höhlungen, sind ebenfalls von Bleimulm schwarz und haben starken Diamantglanz; ihre Combination veranschaulicht Fig. 4, Taf. IX. In der Prismenzone sind $b\{010\}$, $r\{130\}$ und $m\{110\}$ beinahe im Gleichgewicht entwickelt, ebenso auch die Terminalflächen $p\{111\}$ und $i\{021\}$.

1) Herr J. Loczka hatte auf mein Ersuchen die Freundlichkeit, einige qualitativ-chemische Versuche auszuführen.

An fünf einfachen Krystallen und zwei Drillingen konnte ich die folgenden 13 Formen auffinden:

$a\{100\}$	$k\{011\}$
$b\{010\}$	$i\{021\}$
$c\{001\}$	$v\{031\}$
$m\{110\}$	$x\{041\}$
$r\{130\}$	$n\{051\}$
$x\{012\}$	$p\{111\}$
$o\{112\}$.	

Ausser diesen finden sich oft stark gerundete, glänzende Flächen einer steilen Makropyramide, deren Zeichen aber nicht zu bestimmen war. Zwillingsskrystalle nach $m\{110\}$ sind nicht selten, einen Drillingskrystall habe ich der natürlichen Ausbildung möglichst getreu in Fig. 5, Taf. IX abgebildet. An das grosse Krystallindividuum in normaler Stellung sind zwei kleine Kryställchen in Zwillingsstellung angewachsen, und zwar das zweite Individuum nach der Fläche $m''(\bar{1}10)$ des ersten, das dritte nach der Fläche $m'''(\bar{1}10)$ des zweiten. Vier Flächen des Pinakoids $b\{010\}$ bilden zwei tief einspringende Winkel von $54^{\circ}28'$, beziehungsweise $62^{\circ}46'$. Es waren an der Stufe noch einige sternförmig zusammengewachsene Krystalle, welche jedoch mit einer fest anhaftenden Limonitrinde überzogen waren, und da ich dieselben von ihrer Unterlage unbeschädigt nicht loslösen konnte, so war die Zwillingsverwachsung durch Messungen nicht nachzuweisen.

Die Zwillinge der schwarzen Krystalle haben einen anderen Habitus; die einspringenden Winkel der Prismenzone sind nicht so auffallend, das Vorherrschen der Formen $p\{111\}$ und $i\{021\}$ ist gewöhnlich.

An den gemessenen Krystallen wurden folgende Winkel bestimmt:

	Beobachtet:	n	Berechnet 1):
$b : n = (010) : (051) = 15^{\circ}36' \text{ ca.}$		4	$15^{\circ}27'46''$
$b : x = (010) : (041)$	49 9	8	49 4 28
$b : v = (010) : (031)$	24 10 ca.	4	24 45 6
$b : i = (010) : (021)$	34 37	15	34 39 58
$b : k = (010) : (011)$	54 6	17	54 7 59
$b : x = (010) : (012)$	70 8	18	70 7 30
$b : c = (010) : (001)$	89 56	3	90 0 0
$b : m = (010) : (110)$	58 37	11	58 37 5
$b : r = (010) : (130)$	28 37	13	28 39 20
$b : a = (010) : (100)$	90 5 ca.	7	90 0 0
$m : p = (110) : (111)$	35 45	13	35 45 48
$m : o = (110) : (112)$	55 11	3	55 13 53
$p : a = (111) : (100)$	46 8	2	46 9 10

1) Nach v. Kokscharow.

	Beobachtet:	<i>n</i>	Berechnet:
$p : b = (111) : (010) = 65^{\circ} 3'$		4	$65^{\circ} 0' 16''$
$p : i = (111) : (021)$	47 44	4	47 9 34
$b : b = (010) : (0\bar{1}0)$	62 48	3	62 45 50
$b : r'' = (010) : (\bar{1}\bar{3}0)$	34 3	4	34 6 30
$b : m'' = (010) : (\bar{1}\bar{1}0)$	4 6	2	4 8 45
$r : m'' = (130) : (\bar{1}\bar{1}0)$	24 32	2	24 30 35
$m : m'' = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	54 28	2	54 28 20
$b : r' = (010) : (\bar{1}\bar{3}0)$	94 27	3	94 25 10
$b : m' = (010) : (\bar{1}\bar{1}0)$	424 22	2	424 22 50
$m : r' = (110) : (\bar{1}\bar{3}0)$	32 43 ca.	4	32 48 5
$r : r'' = (130) : (\bar{1}\bar{3}0)$	120 5	4	120 4 30

Bisher sind an den von Ungarn bekannten, krystallisirten Cerussiten zusammen 30 Formen sicher gestellt; was den Formenreichthum anbelangt, ist der Cerussit von Tarkaicza eines der inseressanteren Vorkommen, aber die Krystalle von Rézbánya und Ó-Radna sind viel schöner und auch grösser. Die Fundorte der formenreicheren Cerussite sind folgende: Rézbánya¹⁾ mit 26, Alsó-Telekes²⁾ mit 24, Tarkaicza mit 43, Pelsöcz-Ardó³⁾ mit 44 und Ó-Radna⁴⁾ mit 40 Formen.

Der **Pyromorphit** sitzt auf dem Brauneisensteinüberzuge oder unmittelbar auf dem Cerussit, und scheint neuerer Entstehung zu sein als dieser. Die kleinen (1—1½ mm) Prismen $m\{10\bar{1}0\}$, $c\{0001\}$ sind von schöner gelblichgrüner Farbe, ähnlich denjenigen von Dognácska. Neben diesen gleichförmig gefärbten sind noch Krystalle, welche nur an den Enden oder auch an den Prismenflächen sehr licht graulichgrün sind, aber im Inneren die lebhaftere Farbe der vorigen zeigen. Die bündel- und garbenförmig zusammengewachsenen, von sehr spitzen pyramidalen Krystallen gebildeten

1) A. Lévy, Descript. d'une collect. etc. 1837, **2**, 439—444, Taf. LV, Fig. 22 und 28. Der Fundort soll Rézbánya heissen, wie dies V. v. Zepharovich in seinem Mineral. Lexicon **2**, 89 richtig stellt. — K. F. Peters, Geolog. und mineral. Studien etc. 2. Theil. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1864, **44**, 453. — A. Schrauf, Ueber Weissbleierz. Tschermak's Miner. Mittheil. 1873, **3**, 203. In Dana's System of Min. 6-th edit. 1892 ist der auf S. 287 dargestellte Krystall nicht von Rézbánya, sondern von Diepenlingen.

2) A. Schmidt, Cerussit und Baryt von Telekes im Borsoder Comitate. Diese Zeitschr. 1882, **6**, 545.

3) A. Schmidt, Ueber die Minerale von Pelsöcz-Ardó. Diese Zeitschr. 1885, **10**, 207.

4) J. A. Krenner, Weissbleierz von Rodna. Földt. Közl. 1877, **7**, 400. Ref. diese Zeitschr. 1878, **2**, 304. — C. Vrba, Cerussit von Rodna in Siebenbürgen. Diese Zeitschr. 1878, **2**, 457. — G. vom Rath, Mineralien von Rodna. Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde 1879, **36**, Sitzung vom 7. Juli 1879. Ref. diese Zeitschr. 1880, **4**, 429.

Gruppen sind ebenfalls graulichgrün. Auf meine Bitte untersuchte Herr J. Loczka den Pyromorphit auf *As*, konnte jedoch darin keines nachweisen.

2. Apophyllit und Kalkspath von Rézbánya.

In Rézbánya wird gegenwärtig nur auf dem Blidar-Berge¹⁾ auf Wismuth-erze gearbeitet; der Apophyllit und der Kalkspath stammen von dem untersten Stollen, dem sogenannten »Tiefen-Stollen« her.

Der Apophyllit wird von K. Peters²⁾ in seiner bekannten Monographie nicht angeführt; A. Koch³⁾ fand denselben in »Valea sacca«, woher wir die meisten und schönsten Rézbányaer Minerale kennen. Beide Vorkommen sind ähnlich, indem der Apophyllit in weissem, strahligem Wollastonit mit gelblichgrünem Granat sich findet; die von A. Koch beschriebenen Krystalle sind pyramidal, hingegen die vom Blidar-Berge tafelförmig. Die Krystalle haben eine Grösse von höchstens 3 mm und erreichen kaum eine Dicke von 1 mm; sie sitzen dichtgedrängt neben einander und haben nur zwei oder drei Seiten der Tafeln ausgebildet. Die Farbe und der Habitus der Krystalle (Fig. 8 und 9, Taf. IX) erinnert an den Apophyllit von der Seisser Alpe in Tirol. Die Basis $c\{001\}$ ist schwach glänzend, $a\{100\}$ gestreift in verticaler Richtung, $p\{111\}$ und $y\{310\}$ sind glatt und von vollkommener Spiegelung. Die letztere Form⁴⁾ ist untergeordnet beinahe an jedem Krystalle zu finden. Die berechneten Winkel beziehen sich auf die Axeneinheit $a : c = 1 : 1,25155$.

	Beobachtet:	<i>n</i>	Berechnet:
$y : a = (310) : (100) = 180^\circ 30'$	48° 30'	4	180° 26' 6"
$p : c = (111) : (001)$	60 23	6	60 32 3
$p : p' = (111) : (11\bar{1})$	58 55	2	58 55 54
$p : a = (111) : (100)$	51 51	2	52 0 15

Die Krystalle waren nur theilweise durchsichtig und an diesen Stellen optisch positiv.

Die prismatischen Kalkspathkrystalle sitzen auf weissem Kalkstein; die grösseren sind 8—10 mm lang und 4 mm dick, wasserklar oder theilweise weiss. Die einfachen Combinationen veranschaulichen die Figg. 6 und 7. Das dominirende Prisma $m\{10\bar{1}0\}$ wird von den gut ausgebildeten Flächen $x\{10\bar{1}1\}$ terminirt, zu diesen treten noch $z\{40\bar{1}1\}$ und selten, ganz unter-

1) F. Pošepny, Geolog.-montanist. Studie der Erzlagerstätten von Rézbánya in SO.-Ungarn, Budapest 1874, S. 106—111.

2) Orvos-természettud. Értesítő, 1888, XIII. Jahrg., 10, 102. Ref. diese Zeitschr. 1890, 17, 505.

3) Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1862, 44 (I), 81.

4) Dana, System of Mineral. 1854, 4-th edit., 354; G. Seligmann, Neues Jahrb. f. Min. 1880, 1, 140. Ref. diese Zeitschr. 1882, 6, 403; E. Artini, Rendic. d. reale Accad. d. Lincei 1888, 4, 536. Ref. diese Zeitschr. 1894, 18, 81.

geordnet $\alpha\{01\bar{1}2\}$. Die Rhomboëderflächen sind glatt und tadellos glänzend, die Prismenflächen hingegen oft horizontal gestreift von den schmalen Flächen des steilen Rhomboëders $\alpha\{40\bar{4}4\}$. Bei manchen Krystallen sind auf den Prismenflächen, oft auf allen sechs, natürliche Aetzfiguren sichtbar; es sind Trapeze, deren zwei ungleiche Seiten zu den Kanten $[40\bar{1}0, 40\bar{4}4]$ parallel sind, und zwar sind die längeren gegen diese Kanten gewendet, die kürzeren gegen die Polkanten des Rhomboëders $\alpha\{10\bar{1}1\}$; die zwei gleichen Seiten der Trapeze liegen symmetrisch zu den Prismenkanten. An vereinzelt Krystallen sind sehr kleine positive Skalenoëderflächen in der Zone $[40\bar{1}4, \bar{4}401]$, dieselben sind gerieft parallel der Zonenaxe und uneben, weshalb die Bestimmung der Flächen nicht ausführbar war.

An drei Krystallen habe ich folgende Winkel bestimmt:

	Beobachtet:	<i>n</i>	Berechnet ¹⁾ :
$r : r' = (10\bar{1}1) : (\bar{1}101) = 74^{\circ}56'$	2	2	$74^{\circ}55' 0''$
$r : e = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}2)$	37 20	4	37 27 30
$r : M = (10\bar{1}1) : (40\bar{4}4)$	34 40	6	34 40 40
$r : m = (10\bar{1}1) : (10\bar{1}0)$	45 24	6	45 23 6
$M : m = (40\bar{4}4) : (10\bar{1}0)$	44 44	6	44 43 46

Die vorhergegangenen Beobachtungen stellte ich im mineralogisch-petrographischen Institute der Budapester Universität an, mit Erlaubniss des Hrn. Prof. J. Al. Krenner, wofür ich ihm auch an dieser Stelle danke.

Budapest, im Februar 1902.

1) Aus Kupfer's Grundwerthen.

XV. Ueber Hussakit (Xenotim) und einige andere seltene gesteinsbildende Mineralien.

Von

H. Rösler in Rodach, Herzogthum Coburg.

Beim Studium der Gesteine im Dünnschliffe hat man wenig Gelegenheit, sich mit den seltenen accessorischen Gesteinsgemengtheilen eingehender zu beschäftigen, da dieselben gewöhnlich nur in einem oder in wenigen Durchschnitten getroffen sind. Bei Gelegenheit der Untersuchung von Kaolinerden, welche ich im mineralogischen Institute der Universität in München vornahm¹⁾, wurde nun durch Ausschlämmen und Trennen mittels schwerer Lösungen ein reicheres Material zum Studium derselben erhalten. Einige dabei neu gewonnene Resultate sollen im Nachstehenden mitgetheilt werden.

1) Xenotim in makroskopischen Krystallen kommt bekanntlich in zwei Arten der Ausbildung vor: in pyramidalen und in prismatischen Krystallen. Bei der Untersuchung von solchen der letzteren Form fanden Kraus und Reitinger²⁾ einen Gehalt von ca. 6 % Schwefelsäure, der sich in allen frischen Krystallen von Xenotim, also im Hussakit findet, bei den gewöhnlichen, trüben Vorkommen aber durch Zersetzung zum Theil oder ganz weggeführt ist. Diese Entdeckung gab nun ein sicheres und leichtes Mittel an die Hand, den Hussakit auch in sehr kleinen Mengen chemisch genau nachzuweisen, nämlich mittels der Heparprobe.

Der Hussakit ist in mikroskopischen Kryställchen sehr schwer vom Zirkon zu unterscheiden, zumal ihre Krystallform fast vollständig übereinstimmt. Dass er neben diesem in granitischen Gesteinen einige Verbreitung genießt, haben schon die Arbeiten von Derby³⁾ gezeigt. Dieser glaubte

1) H. Rösler, Beiträge zur Kenntniss einiger Kaolinlagerstätten (Inaug.-Dissert. d. Univ. München 1902). N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1902, **15**. B.B., 234 f.

2) E. H. Kraus und Reiter, Hussakit, ein neues Mineral, und dessen Beziehung zum Xenotim. Diese Zeitschr. 1904, **34**, 268.

3) O. A. Derby, On the occurrence of Xenotime as an accessory element in rocks. Amer. Journ. Science 1894, **41**, 308. Ref. diese Zeitschr. **22**, 409.

Derselbe, Monazite and Xenotime in European rocks. Min. Mag. 1898, **11**, 304. Ref. diese Zeitschr. **31**, 495.

zwar beide nach dem Habitus unterscheiden zu können; weil er bei der chemischen Untersuchung von pyramidalen Kryställchen fand, dass diese Xenotim waren, nahm er an, dass alle pyramidalen Formen dem Xenotim, alle prismatischen dem Zirkon zugehören, — eine Annahme, deren Irrthümlichkeit aber schon durch das Vorkommen makroskopischer prismatischer Krystalle von Hussakit nahegelegt ist. Auch zeigen annähernd gleichdicke Kryställchen von pyramidalem und von prismatischem Habitus, die in vielen Gesteinen neben einander auftreten, so gleichmässig dieselben Interferenzfarben, dass sie wohl nur zu einem und demselben Minerale gehören können; demnach war zu erwarten, dass der Hussakit in den Gesteinen auch in prismatischer Form auftritt.

Die optischen Eigenschaften von Hussakit und Zirkon stehen einander sehr nahe. Die mittlere Lichtbrechung ist bei beiden sehr hoch: bei Zirkon (Sénarmont): 1,987, bei Hussakit (Kraus): 1,768. Beide sind meist farblos oder nur schwach und nicht in charakteristischer Weise gefärbt, und der Charakter der Doppelbrechung ist bei beiden gleich. Dagegen ist in der Höhe der Doppelbrechung ein bemerkenswerther Unterschied vorhanden: dieselbe ist beim Zirkon 0,060, beim Hussakit 0,095. Geben demnach mikroskopisch kleine Kryställchen im Dünnschliffe noch das Weiss höherer Ordnung, so ist ihre Zugehörigkeit zum Hussakit mindestens sehr wahrscheinlich, da Zirkon in solchem Falle ziemlich lebhaft Interferenzfarben zeigt. Diese Methode giebt da, wo eine chemische Reaction nicht ausgeführt werden kann, ein ganz gutes Mittel zur Unterscheidung. Weil dies aber bei der Schwierigkeit, die Dicke mikroskopischer Kryställchen zu schätzen, nicht ganz zuverlässig ist, so bleibt doch die chemische Untersuchung vorzuziehen.

Der Nachweis der seltenen Erden mittels des Spectroskopes gelingt beim Hussakit nicht, und auf chemischem Wege ist derselbe für jeden, der nicht an die betreffenden Methoden gewöhnt ist, ziemlich schwierig. Die Reaction auf Phosphorsäure wird ausgeführt, indem man ein oder mehrere Kryställchen von Hussakit mit reinem Magnesiumpulver schmilzt, und dann mit Wasser anfeuchtet; der dabei entwickelte intensive Geruch nach Phosphorwasserstoff macht die Bestimmung sicher; doch führt dieser Versuch bei den oft ausserordentlich geringen Mengen von Untersuchungsmaterial nicht immer zu ganz zweifellosen Ergebnissen. Gelungene Bestimmungen nach dieser Methode wurden ausgeführt an Kryställchen aus folgenden Gesteinen:

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| Kaolinerde (Zweiglimmergranit) | von Ottowitz bei Karlsbad in Böhmen. |
| - (Quarzporphyr) | - Morl bei Halle a. S. |
| Kaolinsandstein | - Kohlberg in der Oberpfalz. |

Von Morl wurde nur ein langnadeliges Kryställchen zum Nachweise benutzt.

Während die Reaction auf Phosphorsäure manchmal noch Zweifel zulässt, liefert die Heparprobe auch bei den geringsten Spuren noch sehr zuverlässige Resultate; mit Hülfe derselben wurde Hussakit in folgenden Gesteinen bestimmt:

Kaolinerde (Zweiglimmergranit) von der Haingrün bei Markt-Redwitz in Oberfranken.	
-	- Schobrowitz bei Karlsbad in Böhmen.
-	- Zettlitz - - - -
- (feinkörniger Aplit)	- - - - -
- (Ganggranit)	- Ottowitz - - - -
- (effusiver Quarzporphyr)	- Kemmlitz bei Mügeln in Sachsen.
- (gangförmiger -)	- - - - -
Kaolinsandstein	
-	- Hirschau bei Amberg in der Oberpfalz.
-	- Nyřan bei Pilsen in Böhmen.

Bemerkenswerth ist, dass die zur Untersuchung verwandten Kryställchen in keinem Falle rein pyramidal waren; diejenigen von Nyřan waren insgesamt rein prismatisch, und von Schobrowitz wurde nur ein langnadeliger Krystall zur Reaction verwendet.

Bei stark zersetzten, bräunlichen, getrübten Kryställchen aus einem Kaolinthon von Münchhof bei Chodau in Böhmen misslang die Reaction offenbar nur, weil die Zersetzung schon zu weit fortgeschritten, also fast alle Schwefelsäure weggeführt war. Vielleicht ist ein grosser Theil der bisher für zersetzten Zirkon gehaltenen Kryställchen thatsächlich zersetzter Hussakit, also Xenotim.

Erwähnt sei noch, dass man bei der Ausführung der Heparprobe den ziemlich schwer aufschliessbaren Hussakit sehr lange andauernd auf Kohle mit Soda erhitzen muss, wenn man sichere Resultate erhalten will. Ich bemerke noch, dass ich alle Proben wiederholt und mit der grössten Vorsicht ausgeführt habe.

Nach der Stärke der Doppelbrechung wurde noch, häufig neben Zirkon, und dann von diesem leicht unterscheidbar, in folgenden Gesteinen Hussakit nachgewiesen:

Frischer Biotitgranit von Ilchester in Maryland.	
-	- Fischern bei Karlsbad in Böhmen.
Kaolinerde (Zweiglinmergranit)	
-	- Imligau bei Chodau in Böhmen.
-	- Liditzau bei Schlackenwerth in Böh.
-	- Schankau bei Karlsbad in Böhmen.
- (porphyr. Zweiglimmergranit)	- Schobrowitz bei - - -
-	- Ottowitz - - - -
- (feinkörniger -)	- Zettlitz - - - -
- (grosskörniger -)	- - - - -

Kaolinerde (grosskörn. Zweiglimmergranit) von der Schmellitz bei Tirschen-			
reuth in der Oberpfalz.			
-	-	-	- Kornthann bei Wiesau in der Oberpfalz.
-	(aplitischer Granit)	-	- Schönhaid bei Wiesau in der Oberpfalz.
-	(porphyrischer Zweiglimmergranit)	-	- Rabekkegaard bei Rönne auf Bornholm.
-	(grosskörniger	-	) - Rabekkegaard bei Rönne auf Bornholm.
-	(feinkörniger	-	) - Rabekkegaard bei Rönne auf Bornholm.
-	-	-	) - Buskegaard bei Rönne auf Bornholm.
-	(aplitischer Granit)	von Buskegaard bei Rönne auf Bornholm.	
-	(Pegmatit)	-	- - - -
-	(pegmatitischer Aplit)	-	- St. Yrieix im Limousin.
-	(Granit)	-	- Flackarp in Schonen.
-	-	-	- Hönsholm in -
-	-	-	- Bivaröd - -
-	(kleinkörn. Quarzporphyr)	-	- Teicha bei Halle a. S.
-	-	-	- Sennewitz bei Halle a. S.
-	-	-	- Morl - - - -
-	(grosskörniger	-	- Lettin - - - -
-	-	-	- Dölau - - - -
-	(Felsitporphyr)	-	- Seilitz bei Meissen in Sachsen.
-	(Syenit)	-	- Willmersdorf bei Passau.
-	-	vom Ranathal - -	
Kaolinsandstein		von Schnaittenbach in der Oberpfalz.	
-	-	-	- Kohlberg - - -
-	-	-	- Steinheid in Thüringen.
-	-	-	- Ledeč bei Pilsen in Böhmen.
-	-	-	- Oberbräis - - - -
Kaolinthon		-	- Münchhof bei Chodau in Böhmen.
-	-	-	- Wildstein bei Eger - -
-	-	-	- Neudorf bei Wildstein - -
-	-	-	- Klinghart - - - -
-	-	-	- St. Yrieix im Limousin.

Demnach kann das Vorkommen von Hussakit neben Zirkon als ziemlich häufiger accessorischer Gesteinsgemengtheil nicht mehr bezweifelt werden. Hervorzuheben ist, im Gegensatze zu Derby's Annahmen, dass der Hussakit

gleichmässig in allen Arten von granitischen Gesteinen aufzutreten scheint, sowie dass er in einigen Fällen den Zirkon ganz ersetzt, da letzterer öfters nicht neben ihm beobachtet werden konnte; Derby's gegenheilige Angaben rühren daher, dass er alle prismatischen Krystalle dem Zirkon zuschrieb. Es kommen übrigens alle Uebergänge von rein pyramidalen bis zu langprismatischen Formen häufig neben einander vor.

Nachzutragen ist noch, dass ein Theil der untersuchten Kryställchen von Hussakit deutlichen Pleochroismus zeigt; der ordentliche Strahl ist blassrosa bezw. licht gelbbraun, der ausserordentliche bräunlichgelb bezw. graubraun; besonders schön ist der erstere Pleochroismus am Hussakit von Hirschau, letzterer an dem von Ottowitz zu beobachten; die Absorption ist in beiden Fällen schwach, $E > O$.

Mehrfach konnte beim Hussakit, ähnlich wie beim Zirkon, ausgesprochener scheinbarer Hemimorphismus wahrgenommen werden; die Kryställchen zeigten dann, oft sehr scharf ausgebildet, am einen Ende des Prisma eine sehr spitze Pyramide, am anderen Ende eine stumpfe und eine spitze in Combination; so z. B. besonders schön und scharf in einer Kaolinerde von Körnthann; vermuthlich ist diese Erscheinung auf gestörtes Wachsthum zurückzuführen.

Ausser Hussakit wurden noch einige seltene Mineralien beobachtet, welche man bisher zum Theil nur als Gemengtheile von Pegmatiten kannte, die aber in ganz geringer Menge auch an der Zusammensetzung der normalen Granite theilnehmen. Dahin gehört:

2) Der Dumortierit, welcher bisher nur einmal ausserhalb der Pegmatite, nämlich im Cordieritgneiss von Tvedestrand, durch Michel Lévy und Lacroix nachgewiesen worden ist. Im Schlämmrückstande einiger Kaolinerden finden sich kleine parallelfaserige Aggregate mit sehr auffälligen optischen Eigenschaften, durch die sie leicht als Dumortierit bestimmbar sind. Sie zeigen einen ausserordentlich starken Pleochroismus: a = tief carmin bezw. smalteblau, bei eintretender Zersetzung zum Theil auch dunkelolivenz. rothbraun, b = lichtgrauolivenz. bis farblos. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel zur Faserrichtung, welche gleichzeitig die negative Bisectrix eines spitzen Axenwinkels ist. In den Spaltblättchen, auf welchen die zweite Mittellinie senkrecht austritt, ist daher die kräftige Dispersion der optischen Axen nicht zu beobachten. Gefunden wurde der Dumortierit in folgenden Gesteinen:

Kaolinerde (Zweiglimmergranit) von Imligau bei Chodau in Böhmen.

- -

- Schobrowitz bei Karlsbad in Böhmen.

Kaolinsandstein

- Oberbřis bei Pilsen in Böhmen.

3) Anatas ist schon mehrfach in Gesteinen beobachtet worden. Er wird im Dünnschliffe leicht mit vom Schleifmaterial zurückgebliebenen Körnern

von Carborundum verwechselt, die oft ähnlich aussehen, aber optisch positiv sind, während Anatas negativen Charakter der Doppelbrechung besitzt. Der Anatas bildet in den untersuchten Gesteinen meist ziemlich scharf begrenzte, in allen Fällen tafelige Krystalle, gewöhnlich von blauer Farbe, seltener farblos oder bräunlich, manchmal auch fleckig oder zonar gefärbt: innen blau, aussen gelb. Pleochroismus ist selten zu bemerken, doch tritt er in einigen Fällen deutlich hervor, dann ist O = tiefblau, E = lichtblau; die Absorption also $O > E$, was nicht nur für Kryställchen aus einem frischen Biotitgranit von Fischern bei Karlsbad gilt, sondern ebenso für solche aus Minas Geraës, welche als Vergleichsmaterial beigezogen wurden, im Gegensatz zu den Angaben von v. Lasaulx. Anatas wurde in folgenden Gesteinen gefunden:

Frischer porphyrischer Zweiglimmergranit von Karlsbad in Böhmen.

-	grosskörniger	-	-	-	-	-
-	feinkörniger	-	-	-	-	Fischern bei Karlsbad.
-	-	-	-	-	-	vom Soosbachthal bei Puchstein in Böhmen.
-	porphyrischer Biotitgranit	-	-	-	-	von Karlsbad.
-	-	-	-	-	-	Fischern bei Karlsbad.
-	feinkörniger	-	-	-	-	St. Leonhard bei Karlsbad.
-	-	-	-	-	-	Sodau - -

Kaolinerde (Zweiglimmergranit)	-	-	-	-	-	Zettlitz - -
-	-	-	-	-	-	Schobrowitz - -
-	-	-	-	-	-	von der Schmellitz bei Tirschenreuth.
-	-	-	-	-	-	Haingrün bei Markt-Redwitz.
-	-	-	-	-	-	Rabekkegaard bei Rønne auf Bornholm.
-	(Biotitgranit)	-	-	-	-	Zettlitz bei Karlsbad.
-	(aplitischer Granit)	-	-	-	-	Schönhaid bei Wiesau.
-	(Aplit)	-	-	-	-	Zettlitz bei Karlsbad.
-	(Granit)	-	-	-	-	Hönsholm in Schonen.
-	(Quarzporphyr)	-	-	-	-	Morl bei Halle a. S.
-	(Felsitporphyr)	-	-	-	-	Seilitz bei Meissen.
-	(Felsitpechstein)	-	-	-	-	Löthain - -

Kaolinsandstein	-	-	-	-	-	Hirschau bei Amberg.
-	-	-	-	-	-	Kohlberg in der Oberpfalz.
-	-	-	-	-	-	Oberbřis bei Pilsen.

Kaolinthon	-	-	-	-	-	Wildstein bei Eger.
-	-	-	-	-	-	Münchhof bei Chodau.

In allen granitischen Gesteinen scheint der Anatas secundär zu sein, da er sich stets in umgewandelten Partien der Gesteine findet, besonders an zersetzten Stellen von Biotit. Einmal wurde eine typische Verwachsung

von Anatas mit Leukoxen auf Titaneisen beobachtet, so dass er in manchen Fällen auch aus letzterem neu gebildet zu sein scheint.

4) Chrysoberyll ist bisher ausser in Pegmatiten nicht gesteinsbildend beobachtet worden. Das Mineral ist bekanntlich ausgezeichnet durch starke Lichtbrechung und schwache Döppelbrechung, im Uebrigen sind die optischen Eigenschaften sehr wechselnd. Wenn es trotzdem gelang, kleine, wenig deutlich begrenzte Krystallkörnchen sicher mit Chrysoberyll zu identificiren, so ist dies der in allen von mir beobachteten Vorkommnissen gleichmässig auftretenden kräftigen Dispersion der optischen Axen zuzuschreiben, welche die Körnchen leicht an ihren anomalen Interferenzfarben erkennen lässt. Dieselbe aussergewöhnlich starke Dispersion, in diesem Falle $v > \varrho$, zeigen makroskopisch bestimmbare Krystalle von Chrysoberyll aus einem Pegmatit von Greenwood in Maine, welche ebenso wie die hier studirten schon im parallelen Lichte durch ihre eigenartigen Interferenzfarben und den Wechsel von blauen und gelben Farben beim Drehen zwischen gekreuzten Nicols ausgezeichnet sind. Die von mir beobachteten Chrysoberyllkörner besitzen auch in ein und demselben Vorkommen wechselnde Dispersion, wie dies schon von Des Cloizeaux¹⁾ an Chrysoberyll von Brasilien beobachtet wurde; zum Theil ist $v > \varrho$ wie beim obengenannten Vorkommen von Greenwood, und dann ist der Axenwinkel für roth ca. 0° , für blau ca. 70° ; zum Theil zeigen die Körnchen aber entgegengesetzte Dispersion $\varrho > v$, in diesem Falle sind die Axenwinkel schwankend, bei der stärksten Dispersion sind sie für roth ca. 60° , für blau ca. 20° , doch kommen Körner mit viel schwächerer Dispersion daneben vor. Ein so wechselndes optisches Verhalten scheint bei Chrysoberyll das gewöhnliche zu sein. So zeigte von drei Platten von orientalischem Katzenauge, welche untersucht werden konnten, die eine bei ziemlich grossem Axenwinkel fast keine Dispersion, die andere gab ein Axenbild wie etwa das des Brookit, also mit gekreuzten Axenebenen, während die dritte ganz anomal gefärbte Lemniscaten in citrongelbem Grunde sehen liess.

Im Uebrigen konnte an besser ausgebildeten Krystallkörnchen eine mit Chrysoberyll übereinstimmende Orientirung und vereinzelt auch diesem analoger schwacher Dichroismus constatirt werden: $c = c$ oliven, $b = b$ bräunlichgrün; ferner zeigen die Kryställchen, welche stets einfache Individuen darstellen, die charakteristische Flächenstreifung parallel c , und auch die Winkel der wenig vollkommenen Endflächen sind ähnlich denjenigen des Chrysoberylls. Eine chemische Identificirung war unmöglich, da es sich in allen Fällen nur um einzelne winzige Körnchen handelte, doch dürfte die optische Bestimmung bei den in so hohem Maasse ungewöhnlichen Eigenschaften völlige Sicherheit bieten.

1) Des Cloizeaux, Sur l'emploi des propriétés optiques biréfringentes pour la détermination des espèces cristallisés, 2^e Mém.: Annal. Min. 1859, 14, 364.

Chrysoberyll wurde in folgenden Gesteinen gefunden:

Frischer Zweiglimmergranit	von Karlsbad in Böhmen.
Kaolinerde (-)	- Zettlitz bei Karlsbad.
- (feinkörn. Zweiglimmergranit)	- - - -
- (- Aplit)	- - - -
- (Zweiglimmergranit)	- Fischern bei -
- (grosskörn. Zweiglimmergranit)	- der Schmellitz bei Tirschenreuth.
- - -	- Kornthann bei Wiesau.
- (Syenit)	- Rothenkreuz bei Passau.
Kaolinsandstein	- Hirschau bei Amberg.
-	- Oberbräis bei Pilsen.
Kaolinthon	- Wildstein bei Eger.
-	- Neudorf bei Wildstein.
-	- Klinghart bei -

5) Monazit ist schon öfters in Gesteinen beobachtet worden, und auch in den untersuchten Schlämmrückständen trat er mehrfach auf. Er bietet nichts besonders Bemerkenswerthes ausser der Erscheinung, dass wohlausgebildete und dann flächenreiche Kryställchen der gewöhnlichen tafelförmigen Form auch auf primärer Lagerstätte ziemlich selten sind; auch aus granitischen Gesteinen wurde er im Allgemeinen in gerundeten Körnern isolirt. Abgesehen von der optischen Identificirung, die an den besser ausgebildeten Krystallen ziemlich gut durchzuführen war, gab die spectroscopische Untersuchung in allen Fällen völlig unzweifelhafte Resultate; die charakteristischen Absorptionslinien des Neodyms und Praseodyms lassen sich schon an den winzigsten Körnchen deutlich erkennen. Man verwendet am besten nicht zu schwache Vergrösserung, damit ein möglichst grosser Theil des Gesichtsfeldes von dem Korne ausgefüllt ist, und setzt ein gutes Spectroskop auf das Ocular auf; die breiten Absorptionsstreifen, welche besonders im Gelb (Neodym) und im Blau (Praseodym) auftreten, machen die Bestimmung völlig sicher. Das Mineral fand sich in:

Kaolinerde (Zweiglimmergranit)	von Zettlitz bei Karlsbad.
- (feinkörn. -)	- - - -
- (Biotitgranit)	- - - -
- (kleinkörn. Quarzporphyr)	- Teicha bei Halle a. S.
- - -	- Sennewitz - - -
- (grosskörn. -)	- Dölau - - -
- - -	- Lettin - - -
Kaolinsandstein	- Schnaittenbach in der Oberpfalz.
-	- Kohlberg - - -
-	- Ledeč bei Pilsen.

Kaolinsandstein	von Oberbřis bei Pilsen.
Kaolinthon	- Münchhof bei Chodau.
-	- Wildstein bei Eger.
-	- Neudorf bei Wildstein.
-	- Klinghart bei -

6) Staurolith wurde schon von Thürach¹⁾ in einigen Graniten nachgewiesen. Ich fand ihn nur vereinzelt in wohlbegrenzten Kryställchen, meist in unregelmässigen Körnchen, und zwar in folgenden Gesteinen:

Kaolinerde (feinkörniger Aplit)	von Zettlitz bei Karlsbad.
- (Aplit)	- St. Yrieix im Limousin.
Kaolinsandstein	- Hirschau in der Oberpfalz.
-	- Kohlberg - - -
Kaolinthon	- Wildstein in Böhmen.

7) Andalusit ist bisher aus Graniten wohl noch nicht bekannt geworden. In mehreren Kaolinerden, wie auch in frischem Granit fand sich, theilweise in ziemlich grosser Menge, ein röthlich gefärbtes, klar durchsichtiges Mineral in regellosen Körnchen, das mittlere Licht- und schwache Doppelbrechung besitzt. Dasselbe zeigt lebhaften Pleochroismus: α = tiefroth, β = lichtrosa bez. lichtgrünlichgelb bis farblos, und hat einen grossen Axenwinkel, bei negativem Charakter der Doppelbrechung; die (mangelhaften) Spaltblättchen geben symmetrischen Axenaustritt bei sehr schiefer Lage der Axenebene; die Dispersion ist schwach, $v > \rho$. Das Mineral ist von Flusssäure unangreifbar; nach seinen optischen Eigenschaften und diesem chemischen Verhalten muss dasselbe also mit Andalusit identificirt werden. Es fand sich in folgenden Gesteinen:

Kaolinerde (Zweiglimmergranit)	von Zettlitz bei Karlsbad.
-	- Imligau bei Chodau.
-	- der Schmellitz bei Tirschenreuth.
-	- Kornthann bei Wiesau.
-	- Rabekkegaard bei Rönne auf Bornholm.
Kaolinthon	- Neudorf bei Wildstein in Böhmen.
-	- Klinghart - - -
Frischer Zweiglimmergranit	- Tirschenreuth in der Oberpfalz.

Es mag überraschen, dass Andalusit im Granit als Gesteinsgemengtheil vorkommt, doch kann diese Erscheinung vielleicht auf einfache Weise durch die Annahme erklärt werden, dass kleine Bröckchen des Contactgesteines

1) Thürach, Ueber das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titanminerale in den Gesteinen. Verhandl. phys.-med. Ges. Würzburg 1884, 18, 203. Ref. diese Zeitschr. 11, 449.

vom granitischen Magma völlig aufgelöst wurden und durch ihren hohen Thonerdegehalt zur Bildung von Andalusit bei der Erstarrung Anlass gaben. Für diese Hypothese scheint die Beobachtung zu sprechen, dass der (kaolinsirte sowohl wie der frische) Granit bei Tirschenreuth in der Nähe des Contactes mit Hornfels andalusitreicher ist als in grösserer Entfernung.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch hier meinem hochverehrten Lehrer in der Mikroskopie, Herrn Professor Dr. E. Weinschenk in München, meinen besten Dank für seine Unterstützung und lebhafte Antheilnahme an meinen Arbeiten auszusprechen.

XVI. Beiträge zur Kenntniss der Ammoniumhalogenverbindungen.

Von

Fr. Slavík in Prag¹⁾.

(Mit 10 Textfiguren).

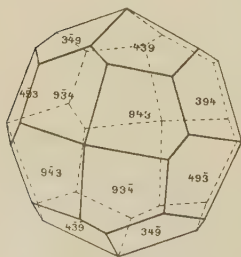
1. Chlorammonium.

Bekanntlich wurde die Zugehörigkeit des Salmiak zur pentagon-ikositetraëdrischen Klasse des regulären Systems zuerst durch G. Tschermak²⁾ nachgewiesen, welcher die Form {875} als schmale unsymmetrische Abstumpfung der Kanten von {211} constatirte und auch an den Aetzfiguren die niedrigere Symmetrie bestätigte.

In der Präparatensammlung der Universität in München befinden sich Krystallgruppen von Salmiak, welche Prof. Knop vor etwa dreissig Jahren aus der chemischen Fabrik Rheinau bei Mannheim erhielt und Herrn Prof. Groth schenkte. Es sind grosse Gruppen zum Theil sehr flächenreicher, aber gerundeter Krystalle; beim Auseinanderbrechen dieser lockeren Gruppen wurden einige kleinere und regelmässiger entwickelte Krystalle gewonnen, welche anscheinend die Form eines Ikositetraëders zeigten. Es hatte aber bereits Herr Dr. Weber durch einige Messungen erkannt, dass es Pentagonikositetraëder seien, und dies wurde durch meine Messungen bestätigt.

Die Messung dieser Krystalle ergab für sie die Indices {943}; alle Individuen, welche eine diesbezügliche Bestimmung gestatteten, erwiesen sich als linke Gyroëder³⁾ (Fig. 4). Wie auch aus der Figur ersichtlich ist, ist die Annäherung dieser Form an ein Ikositetraëder, welches zwischen {211} und {311} stehen würde, eine ziemlich bedeutende.

Fig. 4.



1) Vorliegende Arbeit wurde im mineralogischen Institute der Universität München ausgeführt.

2) Tscherm. miner.-petrogr. Mitth. 4, 534—535. Ref. diese Zeitschr. 7, 599.

3) Dasselbe beobachtete auch Tschermak an seinen Krystallen, welcher jedoch diese Formen nach Mohs als »rechte« bezeichnete.

An zwei Krystallen sind die in den trigonalen Ecken zusammenlaufenden Kanten unsymmetrisch abgestumpft durch schmale Flächen, welche dem ebenfalls linken Gyroëder {874} angehören.

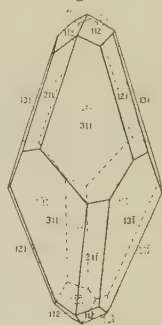
Da alle Krystalle durch matte und häufig runde Flächen begrenzt sind, konnten natürlich an ihnen nur approximative Schimmermessungen vorgenommen werden. Die erhaltenen Werthe der einzelnen Winkel sind:

	Berechnet:	Beob. Mittel:	Grenzwerte:
(943) : (439)	$= 44^{\circ} 58'$	$44^{\circ} 14'$	$42^{\circ} 3' - 45^{\circ} 4'$
(943) : (9\bar{3}4)	40 10	41 0	40 32 — 41 48
(439) : (9\bar{3}4)	53 32	53 22	53 20 — 53 24
(943) : (3\bar{4}9)	69 $5\frac{1}{2}$	69 3	—
(439) : (4\bar{3}9)	58 7	59 32	59 24 — 60 9
(874) : (943)	46 $42\frac{1}{2}$	46 36	45 10 — 47 33

Diese Salmiakkrystalle sind die ersten, an denen ein Gyroëder als vorherrschende Form constatirt worden ist; sonst sind bekanntlich die Ikositetraëder am häufigsten. Diese zeigen ausser der regelmässigen Entwicklung mehrfach mannigfaltige Verzerrungen, die schon wiederholt beschrieben worden sind. So beschrieb Naumann verzerrte Krystalle, die Nöllner aus einer salzsauren Lösung erhalten hatte¹⁾. Es waren vorherrschend tetragonalen Trapezoëdern ähnliche Bildungen, welche nur mit dem Contactgoniometer gemessen werden konnten. Die ringsum ausgebildeten zeigten oben {311}, unten aber {522}, deren Winkel über die quadratische Ecke hinüber 145° resp. 139° betrugen; manchmal aber trat unten auch die an {311} sehr angenäherte Form {11.11.4} auf. Von der Form {211} treten die vier oberen Flächen als Zuspitzung der oberen Ecke auf, und ausserdem je vier Flächen oben und unten, welche die Polkanten des aus vier Flächen von {311} gebildeten tetragonalen Trapezoëders gerade abstumpfen. Wenn aber unten {311} durch {522} ersetzt ist, sind die Kanten von {211} gegen das vorherrschende Ikositetraëder convergent.

In der Münchener Präparatensammlung befinden sich einige ähnliche Salmiakkrystalle, von denen einer, aus der chemischen Fabrik in Cuxhaven stammend, über 6 cm Länge in der Hauptaxe erreicht. Derselbe zeigt nur das tetragonale Trapezoëder {311}: Die kleineren (Fig. 2) entsprechen vollständig den von Naumann beschriebenen, an welchen das scheinbare tetragonale (linke) Trapezoëder sowohl oben als auch unten durch {311} gebildet wird und das Ganze als eine derart deformirte Combination von {311} und {211} erscheint, dass in jedem Oktanten nur eine Fläche von der Form {311}

Fig. 2.



1) Journ. f. prakt. Chem. 1850, 50, 44.

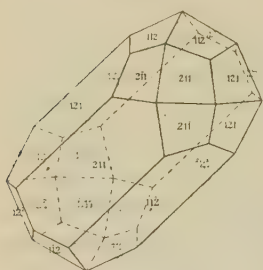
und zwei von $\{211\}$ auftreten und der ganze Krystall nach einer Hauptaxe stark in die Länge gezogen ist. Die Schimmermessungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(311):(\bar{3}\bar{1}\bar{1})$	$= 50^{\circ} 39'$	$50^{\circ} 29'$
$: (43\bar{1})$	64 40	62 58
$: (4\bar{3}1)$	84 44	84 47
$: (\bar{3}11)$	144 5	144 54
$: (2\bar{1}1)$	42 20	42 $23\frac{1}{2}$
$(2\bar{1}1):(\bar{2}1\bar{1})$	68 50	70 32
$(112):(\bar{1}\bar{1}2)$	47 59	48 41

Schliesslich maass ich noch kleinere Krystalle, welche Herr Assistent Gossner bei rascher Ausscheidung durch Abkühlung einer Eisenchlorid-

haltigen Lösung von Chlorammonium erhalten hat. Dieselben sind durch Eisenchlorid gelbroth gefärbt, und zwar mit ganz unregelmässiger Vertheilung des Farbstoffes. Einige von ihnen sind wenig gefärbt, schwach gelblich und zeigen nur $\{211\}$, welche nach einer trigonalen Axe verlängert ist und so den Charakter einer trigonalen Combination (Prisma, Rhomboëder und Skalenoëder) erhält (Fig. 3)¹⁾. Die Zugehörigkeit zu $\{211\}$ ergibt sich aus der hexagonalen Längszone, deren Winkel durchschnittlich zu $60^{\circ} 3'$ gemessen wurde.

Fig. 3.



Die intensiver roth gefärbten Krystalle sind nicht nach einer trigonalen Axe verlängert, sondern mehr isometrisch und mannigfach verzerrt; auch sie gehören, soweit sie untersucht worden sind, dem Ikositetraëder $\{211\}$ an, wie die Messung einer Zone um die trigonale Axe herum mit dem Winkel $60^{\circ} 41'$ (Mittel) erwiesen hat.

2. Bromammonium.

Aus reiner Lösung krystallisirt Ammoniumbromid in ziemlich regelmässigen Ikositetraëdern $\{211\}$; bisweilen sind die in den trigonalen Ecken sich schneidenden Kanten symmetrisch durch schmale Flächen von $\{332\}$ abgestumpft. Die Messungen an solchen Krystallen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(211):(\bar{1}21)$	$= 33^{\circ} 42'$	$33^{\circ} 33'$
$: (332)$	16 54	16 $42\frac{1}{2}$

Diese wasserhellen Bromammoniumkrystalle zeigen Andeutungen einer hexaëdrischen Spaltbarkeit. An denselben habe ich auch mittelst durch

¹⁾ Solche Salmiakkrystalle sind bereits bei Rammelsberg, Handb. d. kryst.-phys. Chemie 1, S. 247, Fig. 33 abgebildet.

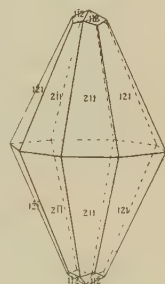
Toluol verdünnten Acetylentetrabromids das specifische Gewicht bestimmt und dafür den Werth 2,256 gefunden, also ziemlich übereinstimmend mit der Angabe von Boedeker (2,266) und weit niedriger als Schröder gefunden hat (2,379).

Gelbliche, wohl aus einer unreinen Lösung fabrikmässig gewonnene grössere Krystalle von Bromammonium befinden sich in der Münchener Präparatensammlung; es sind theils blässere, ziemlich regelmässig entwickelte, nur etwas gerundete Ikositetraëder, deren Messungen wieder zum Zeichen {211} auf Grund folgender Winkelwerthe führten:

	Gemessen:	Berechnet:
(211) : (121) =	33° 23'	33° 33'
: (211)	47 44	48 44
: (211)	70 9	70 32
: (121)	60 2	60 0

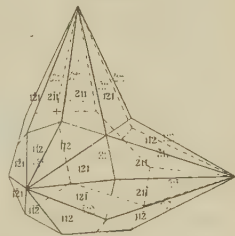
An anderen Bromammoniumkrystallen treten jedoch wieder merkwürdige Verzerrungen hervor. Einige sind zwar mit voller Flächenzahl begrenzt, doch nach einer Hauptaxe unter entsprechender Verkleinerung oder auch völligem Verschwinden der an den Enden der Axe auftretenden je vier Flächen stark in die Länge gezogen, so dass solche Individuen den Eindruck von einer steilen ditetragonalen Bipyramide mit eventueller Zuspitzung der Polecken machen (Fig. 4).

Fig. 4.



Oft findet dieselbe Verlängerung nach allen drei Hauptaxen statt, jedoch meist nach jeder nur in einer Richtung. Von diesen, mit ihren Hauptaxen zu einander senkrechten ditetragonalen Pyramiden haben immer je zwei eine Fläche gemeinsam; diese drei gemeinsamen Flächen, (121), (112), (211), haben einen ausgeschnittenen Umriss und bilden zusammen ein trigonales Prisma. Die jenen drei Flächen parallele dreizählige Axe endet auf der einen Seite in einer von drei einspringenden und drei ausspringenden Kanten gebildeten Ecke, während auf dem anderen Ende derselben eine ausspringende, von drei normal entwickelten Flächen des hinteren linken unteren Oktanten gebildete Ecke erscheint (Fig. 5). Die Zugehörigkeit dieser Gebilde zu {211} wurde durch folgende Messungen constatirt:

Fig. 5.



	Gemessen:	Berechnet:
(211) : (121)	= 33° 48'	33° 33'
(an der normal ausgebildeten Ecke)	= 33 40	
(eine von den Pyramiden-Polkanten)		

	Gemessen:	Berechnet:
$(1\bar{2}1) : (\bar{1}\bar{2}\bar{1})$ (eine normal ausgebild. Fläche zu einer ausgeschnitt.)	= 69° 40'	70° 32'
$(1\bar{2}1) : (11\bar{2})$ (Winkel des trigonalen Prismas)	= 119 54	120 0

3. Jodammonium.

Jodammonium krystallisirt bekanntlich ebenfalls regulär, unterscheidet sich jedoch von den vorigen dadurch, dass bei ihm der Würfel die bevorzugte Krystallform ist, nach welcher auch eine vollkommene Spaltbarkeit statthat.

Zu dem weiter unten erörterten Vergleiche aller drei Körper, sowie des Jodammoniums mit seinen im Folgenden beschriebenen Derivaten, erwies sich die Nothwendigkeit einer neuerlichen Bestimmung des specifischen Gewichtes, da die beiden bisherigen Angaben darüber stark differiren: 2,498 Boedeker, 2,443 Schroeder.

Bei der Bestimmung wurde dieselbe Methode angewandt wie beim Bromammonium, und es wurde an vollkommen reinen, farblosen Spaltstücken des Jodammoniums der Werth 2,504 gefunden, also fast identisch mit dem Resultate Boedeker's (2,498).

Vergleichung der drei Ammoniumhaloide.

Chlorammonium hat als gewöhnlichste Formen das Ikositetraeder {211}, ferner {100} und {110}; das Auftreten vom Oktaeder ist sehr selten.

Beim **Bromammonium** ist ebenfalls {211} die bevorzugte Form. Die Spaltbarkeit nach {100} ist sehr unvollkommen.

Das **Jodammonium** krystallisirt in Würfeln, und nach derselben Form geht auch die vollkommene Spaltbarkeit.

Diese Verhältnisse scheinen darauf hinzuweisen, dass allen drei Körpern die hexaëdrische Krystallstructur zukommt. Es erschien darum von Interesse, einen Vergleich in Betreff der topischen Axen (Seitenlänge des Elementarparallelepipeds) anzustellen. Dies geschah unter Anwendung der von mir ermittelten specifischen Gewichte des Brom- und Jodammoniums, sowie des Werthes von Playfair und Joule (1,533) für das Chlorammonium. Das Ergebniss ist:

	NH_4Cl	NH_4Br	NH_4J
$\chi =$	3,2685	3,5158	3,8698
Differenz		0,2473	0,3540

Wir sehen aus diesen Zahlen, dass mit dem steigenden Atomgewichte des Halogens auch die Dimensionen der Elementarparallelepipede der Salze zunehmen und dass entsprechend dem grösseren Unterschiede vom Atom-

gewichte zwischen Jod und Brom (46,89) als zwischen Brom und Chlor (44,44), sowie entsprechend dem grösseren Unterschiede des Jodammoniums gegenüber den beiden anderen Salzen in Cohäsions- und morphologischen Eigenschaften auch die Differenz in der Grösse des Elementarparallelepipeds zwischen Jodid und Bromid grösser ist als zwischen Bromid und Chlorid.

Das Jodammonium kann als Ausgangspunkt einer homologen Reihe betrachtet werden, deren jedes nachfolgende Glied um $4[CH_2]$ zunimmt; so entstehen Verbindungen, in denen die vier Wasserstoffatome des Ammoniumjodids successive durch Methyl, Aethyl, Propyl . . . ersetzt werden. Von dieser Reihe abgeleiteter Verbindungen habe ich die drei ersten Glieder untersucht. Es sind dies:

Tetramethylammoniumjodid $N[CH_3]_4J$.

Ditetragonal-bipyramidal.

$$c = 0,7223.$$

Bereits Schabus¹⁾ hat das Tetramethylammoniumjodid krystallographisch untersucht und den Werth der Hauptaxe identisch wie ich gefunden ($c = 0,722$). Ausser den zwei von ihm constatirten Formen (a und o) fand ich zwei weitere, so dass an dieser Verbindung insgesamt vier Formen auftreten: $a = \{100\}$, $o = \{111\}$, $m = \{110\}$, $d = \{101\}$.

Die Basis, welche O. Lehmann²⁾ an mikroskopischen Krystallen fand, tritt an den untersuchten Individuen nicht auf.

Die Krystalle sind farblos oder schwach gelblich, gewöhnlich von zirkonähnlichem säulenförmigem Habitus (Fig. 6); einige sind durch das Vorwalten einer a -Fläche langtafelförmig.

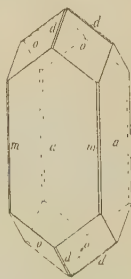
Die Flächen von $\{110\}$ und $\{101\}$ erscheinen nur an wenigen Krystallen als schmale Abstumpfungen der Kanten von a resp. der Polkanten von o .

Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(100) =$	$59^{\circ} 39'$	—
: $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	60 44	$60^{\circ} 42'$
: (110)	44 48	$44^{\circ} 23\frac{1}{2}'$
$(100):(110)$	45 0	45 0
: (010)	90 2	90 0
$(101):(111)$	$30^{\circ} 45\frac{1}{2}'$	30 24

Die Spaltbarkeit nach $\{100\}$ und $\{001\}$ ist ziemlich vollkommen, nach $\{111\}$ minder vollkommen.

Fig. 6.



1) Ann. d. Chem. u. Pharm. **99**, 20.

2) Diese Zeitschr. **10**, 333.

Das spezifische Gewicht bei 15° C. beträgt 1,835; dieses Resultat fällt in die Mitte zwischen die zwei bisherigen: 1,838—1,844 Schröder, 1,827—1,832 Owens.

Optisch einaxig. Doppelbrechung schwach, negativ.

Tetraäthylammoniumjodid $N[C_2H_5]_4J$.

Tetragonal-skalenoëdrisch.

$$c = 0,5544.$$

Beobachtete Formen: $o = \{111\}$, $\omega = \{1\bar{1}1\}$, $a = \{100\}$, $m = \{110\}$.

Es wurden zwei Krystallisationen untersucht: die eine zeigte bloss die beiden Sphenoïde in ungleicher Ausbildung (Fig. 7), die andere wies Com-

Fig. 7.

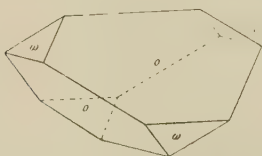
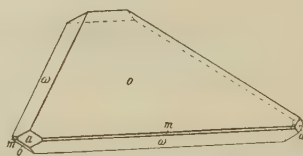


Fig. 8.



binationen von o , ω , a und m auf, welche nach einer o -Fläche tafelförmig zusammengedrückt sind (Fig. 8).

Durch Verdunstung einer alkoholischen Lösung wurden auch mikroskopische Krystalle erhalten, die bloss ein Sphenoïd zeigten.

Das tetragonale Krystallsystem und auch das hemiëdrische Auftreten der Grundpyramide wurde bereits von O. Lehmann (l. c. 334 und Fig. 18 c—e auf der Taf. XI) beobachtet.

Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$76^{\circ}42'$	—
$: (110)$	51 56	$51^{\circ}54'$
$: (100)$	64 42	64 8
$(110) : (100)$	90 3	90 0

Die Spaltbarkeit nach $\{110\}$ ist deutlich, nach $\{111\}$ in Spuren vorhanden.

Das spezifische Gewicht beträgt 1,566.

Optisch einaxig. Doppelbrechung schwach, negativ.

Tetrapropylammoniumjodid $N[C_3H_7]_4J$.

Krystalle aus wässriger Lösung.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 0,7761 : 1 : 0,6283.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\}$, $m = \{110\}$, $o = \{111\}$, $d = \{101\}$, $t = \{131\}$.

Die Krystalle sind farblos, säulenförmig nach der Verticale verlängert. Die bei Zimmertemperatur und rascherer Krystallisation gebildeten (Fig. 9) weisen die Formen $\{010\}$, $\{101\}$ und $\{131\}$ nur in geringer Ausdehnung auf, während an denjenigen, welche bei einer höheren Temperatur (30° — 50°) und allmählicheren Krystallisation sich gebildet haben, die Flächen $\{010\}$ und $\{110\}$ etwa im Gleichgewichte auftreten und das Makrodoma $\{101\}$ stark über die Grundpyramide überwiegt (Fig. 10); die bei einer noch höheren Temperatur (60°) auskrystallisirten Individuen zeigen meistens ein noch stärkeres Ueberwiegen des Domas und sind kürzer dicksäulenförmig.

Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (010) =$	$52^\circ 44'$	—
$: (111)$	$44^\circ 48'$	—
$(101) : (\bar{1}01)$	$78^\circ 0'$	$77^\circ 59'$
$: (111)$	$26^\circ 0'$	$26^\circ 41\frac{1}{2}'$
$: (010)$	$90^\circ 3'$	$90^\circ 0'$
$: (110)$	$60^\circ 59'$	$61^\circ 9'$
$: (131)$	$55^\circ 54'$	$55^\circ 44'$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$69^\circ 9'$	$68^\circ 52'$

Die Spaltbarkeit nach $\{010\}$ ist vollkommen, nach $\{001\}$ und $\{110\}$ minder vollkommen.

Das spezifische Gewicht beträgt 1,347.

Optische Orientirung:

$$a = b,$$

$$b = a,$$

$$c = c.$$

Die Ebene der optischen Axen liegt parallel zu $\{100\}$, Doppelbrechung negativ, nicht stark.

Die Axendispersion ist sehr intensiv, so dass im Konoskope im weissen Lichte keine Stelle der Hyperbeln dunkel erscheint. Der Sinn der Dispersion ist: $v > \rho$.

Im Axenwinkelapparate wurden für den scheinbaren Axenwinkel in Luft folgende Werthe erhalten:

Für rothes Licht (<i>Li</i>)	$2E = 43^\circ 20'$
- gelbes - (<i>Na</i>)	$2E = 30^\circ 4'$
- grünes - (<i>Th</i>)	$2E = 36^\circ 20'$
- blaues - (mit Hülfe von Ammoniakkupfersulfatlösung)	$2E = 48^\circ 37'$

Bei der Erhitzung ist an den Spaltblättchen nach {040} deutlich wahrzunehmen, dass die Doppelbrechung und der Axenwinkel wächst, die Dispersion der Axen abnimmt.

Aus dem Schmelzflusse erstarrt das Tetrapropylammoniumjodid in Aggregaten von dünnsäulenförmigen Individuen, die sich als identisch mit den untersuchten Krystallen erwiesen; eine Umwandlung konnte bei den Versuchen an dem Lehmann'schen Krystallisationsmikroskope nicht beobachtet werden.

Die homologe Reihe NH_4J , $N[CH_3]_4J$, $N[C_2H_5]_4J$, $N[C_3H_7]_4J$ zeigt in den krystallographischen Verhältnissen ihrer Glieder keine unmittelbar sich ergebenden Beziehungen zwischen den einzelnen Verbindungen; aus den topischen Axen jedoch erhellt ein interessanter Zusammenhang. Unter Anwendung der von mir gefundenen spezifischen Gewichte erhielt ich für diese vier Körper folgende Verhältnisse der topischen Axen:

	NH_4J	$N[CH_3]_4J$	$N[C_2H_5]_4J$	$N[C_3H_7]_4J$
Axe $\chi =$	3,8698	5,3328	6,6653	6,4087
- $\psi =$	3,8698	5,3328	6,6653	7,8710
- $\omega =$	3,8698	3,8519	3,6953	4,9454

Ziehen wir die Differenzen der Axen $\chi = \psi$ der ersten drei Glieder, so erhalten wir 1,4630 resp. 1,3325, also ziemlich angenäherte Werthe; es wachsen also die Horizontaldimensionen des Parallelepipedes beinahe gleichmässig mit dem Eintritte von je vier CH_2 , während die verticale Dimension gleichzeitig sehr allmählich abnimmt.

Die vierte Verbindung, das Tetrapropylammoniumjodid, fügt sich nicht mehr so deutlich in die Reihe, doch zeigt auch hier das Mittel der beiden horizontalen Dimensionen (6,9899) ein weiteres Wachsen derselben mit dem Fortschreiten der Reihe.

Diese Verhältnisse machen es sehr wahrscheinlich, dass alle vier Körper eine analoge, rechtwinkelig-parallelepipedische Krystallstructur haben, worauf zum Theil auch die Cohäsionsverhältnisse hindeuten, indem die Methylverbindung nach drei, die Propylverbindung nach zwei zu einander senkrechten Richtungen spalten.

Zum Schlusse dieser Arbeit erfülle ich die angenehme Pflicht, dem hochverehrten Herrn Prof. Dr. v. Groth für die Gewährung des Materials und für die stete freundliche Förderung meiner Untersuchungen meinen innigsten Dank auszusprechen.

XVII. Auszüge.

1. E. Aschkinass (in Berlin): Ueber anomale Dispersion im ultrarothem Spectralgebiete (Berliner Habilitationsschrift. Ann. d. Phys. 1900, 1, 42—68).

Die elektromagnetische Lichttheorie führt zu der Schlussfolgerung, dass in solchen Gegenden des ultrarothem Spectrums, in welchen der aus der Cauchy'schen Dispersionsformel extrapolierte Werth des Brechungsexponenten nicht mit der Wurzel aus der Dielektricitätsconstanten übereinstimmt, anomale Dispersionen eintreten müssen. Bestimmt man den Brechungsexponenten einer Substanz bei einer möglichst grossen Wellenlänge, etwa $50-60\ \mu$, und ergibt sich dabei ein höherer Werth, als ihn die auf Grundlage optischer Messungen aufgestellte Cauchy'sche Formel liefert, so darf man folgern, dass bereits in einem der Messung zugänglichen Spectralgebiete anomale Dispersion vorhanden ist.

Verf. findet nach Methoden, welche den schon früher in dieser Zeitschrift besprochenen analog sind, Maxima der Reflexion für Kalkspath und Marmor bei $6,67$, $11,40$ und $29,4\ \mu$; für Gyps bei $8,69$, für Kalialaun bei $9,05\ \mu$. Sowohl beim Gyps als beim Alaun liegt ein weiteres Maximum zwischen 30 und $40\ \mu$.

An Platten, welche aus Steinsalz hergestellt waren, das aus dem Schmelzflusse erstarrt war, erhielt Verf. dieselben Reststrahlen, wie an Platten aus natürlichem Steinsalz. Das Reflexionsmaximum liegt bei $51,2\ \mu$.

An Platten, die aus geschmolzenem Bromnatrium hergestellt waren, fand Verf. das Reflexionsmaximum zwischen 50 und $55\ \mu$; in ähnlicher Weise hergestellte Platten aus Bromkalium zeigten ein solches zwischen 60 und $70\ \mu$; bei Sylvin liegt dasselbe bei $64\ \mu$.

Nachstehende Tabelle giebt eine Zusammenstellung aller bisher im ultrarothem Spectrum beobachteten anomalen Dispersionen.

Substanz	Wellenlängen der anomalen Dispersionsstreifen			
Quarz	8,50;	9,02;	20,75;	
Glimmer	8,32;	9,38;	18,40;	21,25
Flussspath	24,0;	34,6		
Marmor	}	6,69;	11,44;	29,40 .
Kalkspath				
Gyps		8,69;	30—40	
Alaun		9,05;	30—40	
Steinsalz		51,2		
Bromnatrium		50—55		
Sylvin		61,4		
Bromkalium		60—70		

Ref.: J. Beckenkamp.

2. O. Lehmann (in Karlsruhe): **Structur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle und deren Mischbarkeit mit festen** (Ann. d. Phys. 1900, 2, 649—705. Verhandl. d. deutschen phys. Ges. 1900, 72—76).

Derselbe: Ueber flüssige Krystalle (Zwei Vorträge, gehalten im naturw. Verein zu Karlsruhe am 26. Januar und 27. April 1900).

Dass die sogenannten flüssigen Krystalle keine breiartigen Massen fester Kryställchen, umschlossen von einer öligen, mit der Mutterlauge nicht mischbaren Flüssigkeitsschicht, sind, wie G. Quincke vermuthete, folgert Verf. aus den Beobachtungen verschiedener Autoren. Weder durch Filtriren, noch durch Umkrystallisiren aus verschiedenen Lösungsmitteln lässt sich ein fester Körper aus ihnen abscheiden. Mechanischen Einwirkungen gegenüber besitzen sie sogar eine geringere innere Reibung, d. h. sind sie leichter beweglich, als die bei höherer Temperatur entstehende isotrope Flüssigkeit.

Die Definition des Begriffes »Krystall« ist nach dem Verf. folgende: »Ein Krystall ist ein anisotroper Körper, welcher molekulare Richtkraft auszuüben vermag.« Alle anderen Bestimmungsstücke wie »fest«, »von ebenen Flächen begrenzt« etc. sind nach Ansicht des Verfs. deshalb unberechtigt, weil diejenigen Krystalle, welche den letzteren Bedingungen genügen, durch allmähliche Uebergänge mit denjenigen Körpern verknüpft sind, die diesen nicht genügen.

Die flüssig-krystallinische Modification des hierher gehörigen p-Azoxyphe-netols steht zu der gewöhnlichen festen Modification im Verhältnisse der Enantiotropie. Wird eine dünne, zwischen Objectträger und Deckglas liegende Schicht des letzteren Präparates erhitzt, so verschwinden die ursprünglich vorhandenen nadelförmigen Krystalle, aber ihre Umrisse bleiben erhalten. Beim Drehen des Präparates löscht jeder der flüssigen Krystalle ebenso einheitlich aus, wie zuvor. Wird beim Erhitzen die Umwandlungstemperatur (Grenze zwischen dem krystallinischen und dem isotropen Zustande) nur wenig überschritten, so treten beim Wiedererkalten genau dieselben einheitlich auslöschenden flüssigen Krystalle wieder auf, welche vor der Umwandlung vorhanden waren, weil unter solchen Umständen die am Glase haftende Molekülschicht sich nicht umgewandelt hatte. Nur wenn die Umwandlungstemperatur erheblich überschritten wird, bilden sich beim Abkühlen anders geartete flüssige Krystalle, nämlich unregelmässige Complexe von Tropfen. Diese Beobachtung entspricht der fast allgemein zu beobachtenden Erscheinung, dass bei enantiotropen Umwandlungen die neue Modification regelmässig orientirt gegen die früher vorhandene auftritt.

Auf Grund mikroskopischer Untersuchungen findet Verf. die feste Modification des p-Azoxyphe-netols dimorph. Die bei gewöhnlicher Temperatur stabile Modification tritt in tafelförmigen monoklinen Krystallen auf. Tafelebene ist das dritte Pinakoid (004); die Umgrenzung der Tafel bildet ein Prisma dritter Art, dessen Kantenwinkel 34° beträgt. Die Tafeln erscheinen im polarisirten Lichte gelb, wenn die kurze Diagonale des Nicols parallel zur langen Diagonale der Tafel steht; in der hierzu senkrechten Stellung erscheinen die Krystalle farblos. Die labile Modification ist nadelförmig, in ähnlicher Weise dichroitisch und vermuthlich ebenfalls monoklin. Auch die flüssige Modification besitzt denselben Dichroismus. Die Interferenzfarben für festes und für flüssig-krystallinisches Azoxyphe-netol von gleicher Dicke sind nahezu gleich, aber für das flüssig-krystallinische ist die Differenz der Brechungsponenten etwas kleiner.

Wird die Adhäsion zwischen Azoxyphe-netol und Glas dadurch beseitigt, dass man dem Präparate eine Spur Oel oder geschmolzenen Zucker zusetzt,

welche sich als dünne Schicht an die Glasfläche anlegen, so sucht sich die Masse in Folge der Oberflächenspannung in Tropfen zusammenzuziehen.

Verf. unterscheidet eine erste und eine zweite Hauptlage eines solchen krystallinischen Tropfens. Bei der ersten Hauptlage zerfällt der im polarisirten Lichte beobachtete Tropfen in vier, abwechselnd weiss und gelb gefärbte Sektoren, und zwar ist der Dichroismus der Sektoren in auffallender Weise entgegengesetzt, je nachdem sich der polarisirende Nicol unter oder über dem Präparate befindet. Befinden sich Krystalltropfen in erster Hauptlage zwischen gekreuzten Nicols, so zerfällt der Tropfen ebenfalls in vier abwechselnd gelb und weiss gefärbte Sektoren, falls die Tropfen genügend dick sind, um die Interferenzfarben unmerklich zu machen. Bei dünnen Platten dagegen lagern sich über diese Farben die Interferenzringe und das schwarze Kreuz wie bei den optisch einaxigen Platten. An Stelle des schwarzen Kreuzes tritt zuweilen ein rothes oder grünes.

Verf. erklärt diese Erscheinungen durch die Annahme, dass die Moleküle auf der Kugeloberfläche in concentrischen Kreisen angeordnet sind, dass die Längsrichtung der Moleküle in der Oberfläche liegt, und dass auf jeder concentrischen Kugelschale im Inneren die Anordnung die gleiche ist. Unter der ersten Hauptlage der Tropfen ist nun diejenige verstanden, bei welcher die Symmetrieaxe der monoklinen Moleküle senkrecht zum Gesichtsfelde ist, somit in der Mitte des Tropfens um Punkte verkürzt als »Symmetriepunkt« erscheint. Dreht man den Tropfen um 90^0 so, dass die Symmetrieaxe der Ebene des Gesichtsfeldes parallel geht, so befindet er sich in derjenigen Lage, welche Verf. »die zweite Hauptlage« nennt. Die Moleküle sind in dieser Stellung nicht concentrisch um die Mitte des Gesichtsfeldes angeordnet, sondern in parallelen Linien. In dieser zweiten Hauptlage erscheint der Tropfen im polarisirten Lichte je nach der Nicolstellung gelb oder weiss. Bei dicken Präparaten treten die Tropfen fast ausschliesslich in der ersten Hauptlage auf, bei dünnen in der zweiten; Zwischenstellungen kommen seltener vor. Umlagerungen aus der einen in die andere Hauptstellung erfolgen fast sprungweise.

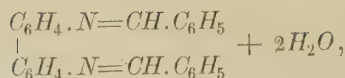
In einem Magnetfelde von ca. 3000—8000 Kraftlinien pro Quadratcentimeter zeigen die Tropfen das Bestreben, die zweite Hauptlage anzunehmen, und zwar so, dass die Symmetrieaxe sich äquatorial stellt.

Wird das Präparat von unten erwärmt, so drehen sich die in zweiter Hauptstellung befindlichen Tropfen beständig entgegengesetzt zur Drehung des Uhrzeigers. Infolge dieser Rotation entstehen S-förmige Schlieren, deren Spitzen sich wie die des Segner'schen Rades rückwärts bewegen. Tropfen in der ersten Hauptlage drehen sich im Allgemeinen nicht.

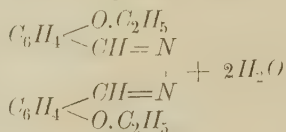
Da der Rotationssinn ein bestimmter ist, so müssen die Moleküle der enantiomorphen, d. h. der sphenoidischen Klasse des monoklinen Systems angehören.

Sehr merkwürdig ist der Einfluss der Beimischung von Zucker, sei es, dass die Krystalltropfen in reinem geschmolzenen Zucker suspendirt sind, oder sei es, dass den Tropfen nur wenig Zucker beigemischt wird. Alle Erscheinungen, welche auf Enantiomorphie hinweisen, kehren sich dann um. Noch auffälliger bewirkt dies ein geringer Zusatz von Cholesterylbenzoat.

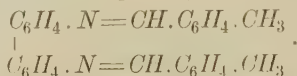
Ähnlich wie Azoxyphenetol verhalten sich auch p-Azoxyanisol und Aethylmethyloxyanisol; auch bei diesen Körpern bewirkt Zucker die Umkehrung. Umgekehrt wie diese Substanzen verhalten sich die neuerdings von Gattermann dargestellten Körper: das Condensationsproduct aus Benzaldehyd und Benzidin (krystallinisch-flüssig zwischen 234^0 und 260^0)



ferner das Azin des Para-Oxäthylbenzaldehyds (krystallinisch-flüssig zwischen 172° und 196°)



und das Condensationsproduct aus p-Tolylaldehyd und Benzidin (krystallinisch-flüssig über 231°)



Diese drei Körper verhalten sich ohne Zuckerzusatz wie die zuerst genannten nach Zuckerzusatz und umgekehrt.

Durch Beimischung fremder Substanzen tritt eine Verminderung des Tropfendurchmessers ein, welche ganz analog ist der Verminderung der Krystalldimensionen bei Herstellung fester Mischkrystalle. Indem diese kleinen Tröpfchen zu grösseren Aggregaten sich vereinigen, bilden sie gewissermassen aus feinen Lamellen zusammengesetzte, an der Oberfläche schraffierte Tropfen. Durch Zumischung von immer weiteren Mengen Cholesterylbenzoat erhält man »höchst merkwürdige Bildungen von einer staunenswerthen Farbenpracht und wunderbar zierlicher regelmässiger Structur«. Es sind Zwillings- resp. Viellingsbildungen.

Die halbflüssigen Krystalltropfen, d. h. solche, welche in Folge genügender Beimischung von Cholesterylbenzoat sich nicht mehr als vollkommene Flüssigkeiten verhalten, sondern eine Spur Verschiebungselasticität zeigen, nehmen freischwebend nicht Kugelform an, sondern sind eiförmig, oder gar cylindrisch mit zugespitzten Enden. Die Krystalltropfen des reinen Azoxyphenetols sind vollkommen flüssig. Die Krystalle, welche vorwiegend Cholesterylbenzoat enthalten, gleichen in mancher Beziehung den fließenden Krystallen des ölsäuren Kalis und Ammoniaks. Vielleicht gelingt es, durch Beimischung starrer Substanzen zu diesen vollständige Serien von Uebergängen bis zu den starrsten Krystallen herzustellen.

Bei der Krystallisation aus heisser Lösung in Alkohol oder Mandelöl treten die Krystalle des ölsäuren Ammoniaks als beiderseits sehr schlanke zugespitzte Nadeln auf, welche wahrscheinlich als sehr steile hexagonale Pyramiden zu betrachten sind. Kommen zwei derartige Krystalle in irgend einer Stellung in Berührung, so fliessen sie an dem Berührungspunkte, ähnlich wie zwei Tropfen, zusammen, und das Zusammenfliessen schreitet der ganzen Länge nach immer weiter fort, bis sie schliesslich zu einem einzigen Krystalle von einheitlicher Structur verschmolzen sind. Treffen zwei Krystalle unter rechtem Winkel zusammen, so entstehen Durchkreuzungszwillinge. Unter Umständen bilden sich durch Wiederholung der Zwillingsbildung grössere schachbrettartige Conglomerate, bei denen man im polarisirten Lichte deutlich erkennen kann, dass an der Zwillingsgrenze die Moleküle von ihrer normalen Richtung abweichen.

Die Existenz flüssiger Krystalle beweist, dass die optischen Eigenschaften, nach welchen man das System eines Krystalles zu bestimmen pflegt, keineswegs in dem Maasse von der Art der Zusammenlagerung der Moleküle abhängen, wie man früher annahm, dass vielmehr die Anisotropie der optischen Eigenschaften im Wesentlichen bedingt ist durch die Anisotropie der Moleküle. »

»Dass gewöhnlich das Aggregat Tropfenform annimmt, ist eine Störung, bedingt durch die Wirkung der Oberflächenspannung, welche keineswegs dazu berechtigt, etwa ein neues System für solche verzerrte Aggregate aufzustellen. Die flüssigen Krystalle lassen sich also ohne weiteres in die Krystallsysteme einordnen«¹⁾.

Verf. definiert als flüssige Körper diejenigen, deren Elasticitätsgrenze gleich Null ist. Als Probe kann man eine kleine Menge der Substanz in eine spezifisch gleich schwere, mit ihr nicht mischbare Flüssigkeit einbringen, worin sie, falls sie frei ist von Elasticität, als vollkommen kugelförmiger Tropfen schweben würde, wie z. B. Oel in einem Gemische von Wasser und Alkohol. Da die Krystalle von ölsaurem Ammoniak in ihrer Mutterlauge polyëdrische Form behalten, kann man also schliessen, dass sie thatsächlich ein, wenn auch nur geringes, Maass von Elasticität besitzen. Bei den Tropfen des Azoxyphenetols ist nicht die geringste Abweichung von der Kugelgestalt, also auch nicht die geringste Spur von Elasticität vorhanden; sie sind also unzweifelhaft flüssig, während das ölsäure Ammoniak und das ölsäure Kali den Uebergang von den flüssigen zu den gewöhnlichen (festen) Krystallen darstellen.

Bezeichnet man mit Tammann als feste Körper solche, welche bei Erhöhung der Temperatur sprungweise in eine isotrope Flüssigkeit übergehen, dann müssen auch die flüssigen Krystalle, obwohl sie keine Spur von Verschiebungselasticität besitzen, als feste Körper, die amorphen Körper dagegen als Flüssigkeiten bezeichnet werden; dann decken sich die Begriffe »Krystall« und »fester Körper« einerseits, »flüssig« und »amorph« andererseits, wie es bekanntlich auch der Ostwald'schen Definition entspricht.

Stellen wir uns also ein Trinkglas vor, in welchem krystallinisch-flüssiges p-Azoxyphenetol enthalten ist, eine Masse so leicht beweglich wie Wasser, so ist nach Tammann dieser leicht flüssige Inhalt als »fester Körper«, das amorphe starre Glas als »Flüssigkeit« zu betrachten. Derartige, allem bisherigen Sprachgebrauche widersprechende Consequenzen der Tammann-Ostwald'schen Definition veranlassen den Verf., seine obige Definition des festen Zustandes beizubehalten; dann ist aber ein »Krystall ein anisotroper, mit molekularer Richtkraft begabter Körper. Der Aggregatzustand eines Krystalles kann fest oder flüssig, nicht aber gasförmig sein«. Zur Klärung der Frage nach dem »eigentlichen Wesen der molekularen Richtkraft« scheint dem Verf. die Annahme von molekularen Strömen eine Verbesserung zu ermöglichen²⁾.

Ref.: J. Beckenkamp.

3. K. Bürker (in Tübingen): **Ueber ein Dreipulvergemisch zur Darstellung elektrischer Staubfiguren** (Ann. d. Phys. 1900, 1, 474—482).

4) Nach der vom Referenten seit längerer Zeit vertretenen Ansicht ist das Krystallsystem durch das Molekül, event. durch die Molekülgruppe von constanter Grösse und Symmetrie bestimmt; diese Gruppe kann als solche auch in der Lösung enthalten sein. Die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Klasse des Systems hängt von der Art der Aggregation grösserer, ungleich grosser Partikel ab, da die Symmetrieklasse nach Ansicht des Referenten keineswegs so beständig für die einzelnen Körper ist, wie es gewöhnlich angenommen wird. Die Symmetrie der Partikeln entspricht, wie die der Moleküle resp. der Molekülgruppen, stets der niedrigsten Klasse des betreffenden Systems. Es ist in dieser Hinsicht von Bedeutung, dass nun auch die Symmetrie der Tropfen, welche den Krystallpartikeln zu vergleichen sind, der sphäroidischen Hemiëdrie des monoklinen Systems entspricht. Der Ref.

2) Vergl. diese Zeitschr. 34, 596 ff.

Bei der Bestäubung mit dem Villarsy'schen Gemische, Mennige und Schwefel, lassen die Farbenunterschiede der positiven und negativen Figuren häufig zu wünschen übrig. Verf. empfiehlt statt dessen: ein Volumtheil Carmin und fünf Volumtheile Schwefel werden gut mit einander gerieben und gemischt; zu der Mischung werden dann noch drei Volumtheile Lycopodium hinzugemischt. Ein geriebener positiv elektrischer Glasstab darf bei der Annäherung aus dem Gemische fast nur das Carmin, ein geriebener negativ elektrischer Hartgummistab nur das hellgelbe Lycopodium- und Schwefelpulver ausziehen. Geschieht das nicht, dann ist das Pulver unbrauchbar. Das Durchstäuben des Gemisches durch Leinwand oder andere Stoffe, wie es meist verlangt wird, hat sich nicht als nothwendig erwiesen, hat aber den Vortheil, dass hierdurch eine gleichmässige Vertheilung des Gemisches ermöglicht wird. Bekanntlich färbt das Villarsy'sche Gemisch die positiven Lichtenberg'schen Figuren gelb, die negativen roth; fügt man nun aber Lycopodium zu, so kehren sich nach den Angaben des Verfs. auffallender Weise die Verhältnisse um.

Verf. giebt als Vorzüge des Dreipulvergemisches: Carmin, Lycopodium, Schwefel, folgende an:

»1) Die Farbendifferenzen der positiven und negativen Figuren sind viel ausgeprägter.

»2) Die thatsächliche Zeichnung tritt schärfer hervor, wohl auch deswegen, weil das Gemisch von allen den Stellen, wo es nicht haften soll, sich leichter durch Abklopfen oder Wegblasen wieder entfernen lässt.

»3) Auch an Empfindlichkeit ist das Dreipulvergemisch dem Villarsy'schen Gemische entschieden überlegen.

Ref.: J. Beckenkamp.

4. F. Auerbach (in Jena): Ueber die Elasticität und die Härte von krystallisirter, amorpher und wasserhaltiger Kieselsäure (Ann. d. Phys. 1900, 3, 116—119).

Verf. bestimmte nach dem von ihm früher¹⁾ angegebenen Verfahren den Eindringungsmodul E' und die Härte H ²⁾ für Bergkrystall, für ein von dem Glaswerke Schott und Genossen aus reinem SiO_2 hergestelltes Glas und für Opal.

Das Ergebniss der Messungen an Bergkrystall, wobei die Druckrichtung mit der Hauptaxe zusammenfiel, war $E' = 10620 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$, $H = 308 \frac{\text{kg}}{\text{qmm}}$.

Fiel die Druckrichtung senkrecht zur Hauptaxe, so war $E' = 8566$, $H = 230$. Für die Schott'sche amorphe Kieselsäure fand Verf. $E' = 6970$, $H = 223$, für Opal mit einem Wassergehalte von 9,7 % war $E' = 3893$, $H = 113$.

Der Dehnungswiderstand E folgt aus dem Eindringungsmodul E' gemäss der Formel $E = \frac{E'}{1 - \mu^2}$, wobei μ , das Verhältniss der Quercontraction zur Längsdilatation, auf den Werth $4 - \mu^2$ nur geringen Einfluss hat.

Die seiner Zeit³⁾ vom Referenten gemachte Bemerkung: »Im Allgemeinen haben die härteren Körper einen grösseren Dehnungswiderstand, eine strenge Regel scheint jedoch nicht vorhanden zu sein«, wird auch durch die vorstehenden

Resultate bestätigt, denn der Werth $\frac{100 H}{E'}$ ist für

1) Vergl. diese Zeitschr. 22, 174.

2) Ebenda 23, 619 und 620.

3) Ebenda 12, 423.

Quarz in der Richtung parallel zur Hauptaxe	2,9
- - - - senkrecht - -	2,7
das Schott'sche SiO_2 -Glas	3,2
Opal	2,9.

Die Thatsache, dass sowohl die Elasticität wie die Härte des amorphen Quarzes geringer sind als der kleinste der betreffenden Werthe für Bergkrystall, findet Referent nicht »überraschend«, denn sie steht im Einklange mit Erscheinungen, die schon früher bekannt waren. »Durch Schmelzung und nachheriges rasches Erstarrenlassen kann man manche krystallisirte Mineralkörper künstlich in den amorphen Zustand überführen; die amorphe, in der Regel gläsig ausgefallene Modification unterscheidet sich von der krystallinischen Substanz im Allgemeinen durch ein geringeres specifisches Gewicht, durch leichtere Zersetzbarkeit oder Löslichkeit in Säure, durch leichtere Schmelzbarkeit, vielfach auch durch geringere Härte.« ¹⁾ Alle diese Beobachtungen lassen darauf schliessen, dass bei den amorphen Körpern die einzelnen Bestandtheile sich in einer weniger stabilen Gleichgewichtslage befinden als bei den Krystallen.

Die Dichte der von ihm benutzten Quarzpräparate fand der Verf. zu 2,68, die der SiO_2 -Gläser 2,23. Ref.: L. Beckenkamp

Ref.: J. Beckenkamp.

5. E. Riecke (in Göttingen): Ueber Wechselwirkung und Gleichgewicht trigonaler Polsysteme, ein Beitrag zur Theorie der Krystallstructur (Physik. Zeitschr. 1900, **1**, 277—282; Ann. d. Phys. 1900, **3**, 545—577).

»Nach einer ziemlich allgemein angenommenen Vorstellung beruht das Wachsthum eines Krystalles darauf, dass ein vorhandener Kern auf die Moleküle der krystallisirenden Substanz zugleich anziehende und richtende Kräfte ausübt. Schon die Bildung des Kernes selbst würde dann auf das Spiel solcher Kräfte zurückzuführen sein.« Verf. bestimmt zunächst das Potential, welches zwei reguläre Sechsecke, deren abwechselnde Ecken mit positiven und negativen Ladungen besetzt sind, wechselseitig auf einander ausüben, und untersucht dann die Gleichgewichtsbedingungen eines Systems von Molekülen, welches in der xy -Ebene ausgebreitet ist. Bei einem Molekülgitter, dessen Umgrenzung ein reguläres Sechseck bildet, dessen Seiten entweder den Neben- oder den Zwischenaxen parallel gehen, befinden sich alle Moleküle, die auf einer Neben- oder Zwischenaxe des centralen Moleküles liegen, im stabilen Gleichgewichte. Andere Moleküle erleiden gewisse Drehungsmomente, welche für Moleküle im Inneren des Gitters verschwindend klein, für Moleküle am Rande des Gitters einen merkblichen, wenn auch immer noch kleinen Betrag erhalten.

Die Untersuchung des räumlichen Gitters ergibt, dass die Stabilität bei der rhomboëdrischen Anordnung grösser ist als bei der prismatischen.

Bei zwei Krystallen dieser Art müssen zu der Newton'schen Gravitation noch polare translatorische Wirkungen hinzutreten, deren Grösse der 8. Potenz der Entfernung umgekehrt proportional ist, und Kräftepaare, welche die Molekeln um ihren Mittelpunkt zu drehen suchen.

Verf. beschränkt sich auf solche richtende Kräfte, welche in ihrer Wirkungsweise den elektrostatischen Polen entsprechen. Ref. bemerkte in dieser Hinsicht²⁾: »Ob neben den erwähnten elektrostatischen Erscheinungen auch elektrodynamische

4) Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie 11. Auflage, 1881, S. 5.

2) Diese Zeitschr. **19**, 262.

Wirkungen zur Geltung kommen, mag späteren Untersuchungen überlassen bleiben.« Diese letzteren sprechen dafür, dass den elektrodynamischen Wirkungen sogar eine wesentliche Bedeutung bei der Krystalbildung zukomme. Bezüglich der Nomenclatur weicht Verf. öfter von der bei den Krystallographen üblichen Bezeichnungsweise ab.

Ferner beschränkt sich der Verf. bei seiner vorliegenden Untersuchung auf Molekülgitter, welche die Symmetrieeigenschaften der »sphenöidisch-hemiëdrischen« Gruppe des hexagonalen Systems besitzen. »Bis zu einem gewissen Grade entsprechen diese Gitter auch den Symmetrieverhältnissen der »trapezoëdrisch-hemiëdrischen« Gruppe, welcher der Quarz angehört.«

Ref.: J. Beckenkamp.

6. R. Schenck (in Marburg): **Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die flüssigen Krystalle** (Physik. Zeitschr. 1900, 1, 409—413, 425—428).

Die Arbeit hat den Zweck, »die Ergebnisse der seither ausgeführten Untersuchungen über diesen merkwürdigen flüssigen Zustand im Zusammenhange darzustellen«.

Ref.: J. Beckenkamp.

7. C. Fritsch (in Darmstadt): **Eine neue Spaltvorrichtung an Spectralapparaten** (Ebenda 543—544).

Verf. bediente sich zu vorstehend genanntem Zwecke eines Silberspiegels auf Spiegelglas oder auf Quarzplatten, in welche mittelst Stahl schneiden feine Linien eingezogen waren. Spalten von etwa $\frac{1}{100}$ mm Breite lassen sich auf diese Weise herstellen, bei deren Verwendung einfache Crown Glasprismen die beiden D-Linien scharf getrennt neben einander auftreten lassen.

Ref.: J. Beckenkamp.

8. Th. Tommasina (in ?): **Ueber Metallkrystallisation, hervorgerufen durch die elektrische Ueberführung gewisser Metalle in destillirtem Wasser** (Comptes rendus 1900, 130, 325—327. Physik. Zeitschr. 1900, 1, 340—341).

Die passend geformten Elektroden bilden zwei Platten aus dem Metalle, dessen Niederschlag man erhalten will. Einen scharf ausgeprägten und selbst dem blossen Auge sichtbaren krystallinischen Niederschlag erhält man am besten in destillirtem Wasser mit Zinkelektroden. »Unter dem Mikroskope sieht man deutlich die dreieckigen oder rhomboiden Flächen der Metallkrystalle des Zinks. Sie haben einen äusserst lebhaften Glanz ähnlich gut polirten Silberflächen. Die meisten Krystalle haben eine lamellare Gestalt und sind angeordnet wie Schuppen, oder wie Blätter von Pilzen, wie Nadeln, stark in die Länge gezogene Prismen, oder wie rechtwinklige Lamellen, die mit einer Grundfläche an einem Punkte aufsitzen und sich fächerförmig ausbreiten.« Zwischen den beiden Elektroden wurde bisweilen in Form einer Säule eine Art von Nebel beobachtet, in welchem mit dem Mikroskope ganz kleine Metallkrystalle erkannt werden konnten. In der Nebelsäule stellen Ketten kleiner polarisirter Krystalle einen sehr biegsamen Leiter dar.

Ref.: J. Beckenkamp.

9. O. Mügge (in Königsberg): **Die Gleitungen der Krystalle** (Naturwiss. Rundschau 1900, 15, 69—71).

Der Verf. giebt eine zusammenfassende Darstellung der Erscheinungen der

Translation bei Krystallen, über welche bereits früher¹⁾ in dieser Zeitschrift berichtet wurde: »Für die Krystallographie sind die Translationen zunächst von Interesse, weil sie die Abhängigkeit der inneren Reibung in Krystallen von der Richtung anzeigen, dann weil die plastischen Krystalle ein wichtiges Bindeglied zwischen den häufigeren nahezu starren und den zuerst von O. Lehmann beobachteten, aber bisher hinsichtlich ihrer Cohäsionseigenschaften nicht näher untersuchten, flüssigen Krystallen bilden, so dass auch für den krystallinen Zustand dieselben graduellen Unterschiede hinsichtlich der inneren Reibung bekannt sind, welche bei den amorphen Körpern vom härtesten Glas bis zum leicht flüssigen Aether uns längst geläufig sind.«

Ref.: J. Beckenkamp.

10. W. B. v. Czudnochowski (in ?): **Färbung von Flussspath durch Kathodenstrahlen** (Physik. Zeitschr. 1900, 1, 387).

Unter der Einwirkung von Kathodenstrahlen färbt sich Flussspath dunkel, ohne dass hierdurch die Fluorescenz geändert wird.

Ref.: J. Beckenkamp.

11. Th. Liebisch (in Göttingen): **Ueber das Minimum der Ablenkung durch Prismen optisch zweiaxiger Krystalle** (N. Jahrb. f. Min. etc. 1900, 1, 57—62).

Der innere Prismenwinkel sei A ; der Winkel zwischen der Normalen einer gebrochenen, zur Prismenkannte parallelen Wellenebene, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit p ist, und der Halbierungsgeraden des Winkels A sei ψ ; endlich sei der Ablenkungswinkel D , so ist für jeden homogenen durchsichtigen Körper:

$$p^2 = M + N \cos 2\psi,$$

$$\text{wobei} \quad M = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{C^2} + \frac{1}{S^2} \right\}, \quad N = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{C^2} - \frac{1}{S^2} \right\},$$

$$C = \frac{\cos \frac{A+D}{2}}{\cos \frac{A}{2}}, \quad S = \frac{\sin \frac{A+D}{2}}{\sin \frac{A}{2}}.$$

Die obige Gleichung für die Geschwindigkeit p entspricht der Gleichung der Schnitteurve \mathfrak{B} der Normalenfläche mit der Querschnittebene des Prismas.

Die Hauptlichtgeschwindigkeiten seien a, b, c , die optischen Symmetrieachsen X, Y, Z ; die Richtungen der Prismenkannte und der Halbierungsgeraden des äusseren und des inneren Prismenwinkels seien Z', Y', X' , und es seien die Richtungs cosinus zwischen diesen sechs Richtungen gegeben durch das Schema

	X	Y	Z
X'	α	β	γ
Y'	α_1	β_1	γ_1
Z'	α_2	β_2	γ_2

Für den Fall, dass beim Minimum der Ablenkung A die gebrochene Wellenebene den Prismenwinkel A halbiren, also der Einfallswinkel gleich dem Austrittswinkel sein soll, muss folgende Bedingungsgleichung befriedigt werden:

¹⁾ Diese Zeitschr. 33, 469.

$$\sin^2 \frac{A}{2} \{(\mathfrak{b}^2 + c^2) \alpha \alpha_1 + (c^2 + a^2) \beta \beta_1 + (a^2 + \mathfrak{b}^2) \gamma \gamma_1\} \\ - \sin^2 \frac{A + \mathcal{A}}{2} \{\mathfrak{b}^2 c^2 \alpha \alpha_1 + c^2 a^2 \beta \beta_1 + a^2 \mathfrak{b}^2 \gamma \gamma_1\} = 0.$$

Diese Gleichung wird erfüllt, wenn $\alpha \alpha_1 = 0$, $\beta \beta_1 = 0$, $\gamma \gamma_1 = 0$; dies ist der Fall:

$$1) \text{ wenn } \begin{array}{lll} \alpha = 0, & \beta = 0, & \gamma = 0, \\ \alpha_1 = 0, & \beta_1 = 0, & \gamma_1 = 0; \end{array}$$

in diesem Falle wird: $\left(\frac{1}{S_2^2} - c^2\right) \left(\frac{1}{S_2^2} - a^2\right) = 0$; die Beobachtung des Minimums der Ablenkungen liefert somit zwei Hauptlichtgeschwindigkeiten.

$$2) \text{ wenn } \begin{array}{lll} \alpha = 1, & \beta = -\sin \mu, & \gamma = \cos \mu, \\ \alpha_1 = 0, & \beta_1 = 0, & \gamma_1 = 0; \end{array}$$

dann wird $\left(\frac{1}{S_2^2} - \mathfrak{b}^2\right) \left(\frac{1}{S_2^2} - c^2\right) = 0$; auch in diesem Falle liefert die Beobachtung des Minimums der Ablenkungen zwei Hauptlichtgeschwindigkeiten.

$$3) \text{ wenn } \begin{array}{lll} \alpha = 1, & \beta = 0, & \gamma = 0, \\ \alpha_1 = 0, & \beta_1 = \cos \mu, & \gamma_1 = -\sin \mu; \end{array}$$

dann wird $\left(\frac{1}{S_2^2} - a^2\right) \left(\frac{1}{S_2^2} - \mathfrak{b}^2 \sin^2 \mu - c^2 \cos^2 \mu\right) = 0$; nur die parallel zur Prismenkante polarisirte Welle liefert direct eine Hauptlichtgeschwindigkeit.

4) Die allgemeine Bedingungsgleichung wird endlich noch in einem vierten

Falle erfüllt, wenn $\alpha_1 = 0$; dann wird $\alpha = \frac{\sin \frac{A}{2}}{\sin \frac{A + \mathcal{A}}{2}}$. Die Beobachtung

des Minimums der Ablenkungen liefert also auch in diesem Falle eine Hauptlichtgeschwindigkeit.

Die drei ersten Fälle hat Verf. bereits früher¹⁾ abgeleitet, den vierten Fall hat C. Viola²⁾ durch speciellere Ueberlegungen entwickelt. Die ersteren hat Verf. in dem Satze zusammengefasst: »Wenn die Halbierungsgerade des inneren oder die des äusseren Prismenwinkels die Richtung einer optischen Symmetrieeaxe besitzt, oder wenn beides gleichzeitig stattfindet, so halbirte bei dem Minimum der Ablenkung die gebrochene, zur Prismenkante parallele Wellenebene den Prismenwinkel.« Der vierte Fall enthält den Satz: »Wenn in einem Prisma eines optisch zweiaxigen Krystalles die Halbierungsgerade Y' des äusseren Prismenwinkels in eine optische Symmetrieebene des Krystalles fällt, so wird die Welle, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit für alle in dieser Symmetrieebene enthaltenen Fortpflanzungsrichtungen einen constanten Werth besitzt, bei dem Minimum der Ablenkung den inneren Prismenwinkel A halbiren.«

Ref.: J. Beckenkamp.

1) Referat diese Zeitschr. 1894, **19**, 494.

2) Diese Zeitschr. 1899, **33**, 66.

12. F. Rinne (in Hannover): Ueber den Einfluss des Eisengehaltes auf die Modificationsänderung des Boracites (N. Jahrb. f. Min. etc. 1900, 2, 408—446).

Grüne, eisenhaltige Boracite von den Solvaywerken bei Bernburg, von würfelförmiger Form, bei welchen Rhombendodekaëder und Tetraëder untergeordnet auftreten, zeigten erst bei 285^0 die Umwandlung in die reguläre Modification, während die Umwandlung der farblosen Boracite bekanntlich bei 265^0 liegt. Auch bei Temperaturen über 285^0 werden die Schiffe der eisenhaltigen Boracite nicht vollständig isotrop; besonders bei Anwendung des Gypsblättchens von Roth erster Ordnung erkennt man auch oberhalb der Umwandlungstemperatur deutliche Doppelbrechung, und zwar mit neuer Feldertheilung. Bei gewöhnlicher Temperatur lassen die grünen Krystalle ebenso wie die eisenfreien klaren Krystalle von Westeregeln den Zerfall in zwölf rhombische Individuen erkennen. Die Ebene der optischen Axen steht bei jedem Individuum auf der betreffenden Würfelkante senkrecht, und die negative Mittellinie ist die Normale auf diese Kante. Ein Schliff parallel der Würfelfläche, der nahe der natürlichen Oberfläche entnommen ist, zerfällt bei gewöhnlicher Temperatur in vier Felder, welche durch die beiden Diagonalen von einander getrennt werden, und deren Auslöschung parallel und senkrecht zu der angrenzenden Würfelkante liegt. Bei 285^0 wird die Doppelbrechung merklich schwächer, und die Richtung der grösseren optischen Elasticität erscheint nunmehr gegen die Würfelkante geneigt.

Ein Schliff parallel zur Würfelfläche, welcher aus grösserer Tiefe genommen wird, zeigt bei gewöhnlicher Temperatur bei den eisenhaltigen wie bei den eisenfreien Boraciten vier Eckfelder, welche genau diagonal auslöschen, und vier Mittelfelder, welche den vier Feldern des vorhin erwähnten Schliffes entsprechen.

Bei 285^0 erschienen die vier Eckfelder bei den eisenhaltigen Schliffen auf vier schmale, schwächer doppeltbrechende Streifen längs der Diagonalen reducirt; die vier anderen Felder dagegen zerfielen in je zwei gegen die Würfelkanten schief und zu einander (in Bezug auf die zu den Würfelkanten parallel gehenden Mittellinien) symmetrisch auslöschende Felder.

Ein aus einem grünlichen Boracitkrystalle von Stassfurt parallel zu einer Tetraëderfläche hergestellter Schliff wurde bei 290^0 durch die drei Höhenlinien des gleichseitigen Dreieckes in sechs optisch verschieden orientirte Felder getheilt. In jedem derselben war die Auslöschung schief zu diesen Höhenlinien und schief zu den Aussenkanten, in zwei benachbarten Feldern aber symmetrisch in Bezug auf die gemeinsame Höhenlinie (Grenzlinie). Bei gewöhnlicher Temperatur zeigte dieselbe Platte nur eine Dreitheilung nach den Ecken des Schliffes mit diagonalen Auslöschung.

Verf. äussert bezüglich dieser Erscheinungen folgende Ansicht: »Der rhombische eisenhaltige Boracit geht nicht in normalen, regulären über, sondern zeigt in seinem zweiten Zustande in Folge der isomorphen Beimischung von Eisenboracit zum Magnesiumboracit optische Anomalien, ähnlich wie man bei Alaun, Granat u. a. annimmt.« »Dabei scheint nicht ausgeschlossen, dass noch andere Umstände, z. B. Spannung durch ungleiche Ausdehnung beim Erwärmen, eine Rolle spielen. Hierauf deutet der Umstand, dass auch wasserhelle z. B. Westeregeler Boracite jenseits der Umschlagstemperatur schwache Zeichen von Doppelbrechung zeigen. Gelegentlich treten bei ihnen auch ziemlich kräftig polarisirende Flecke und Streifen trotz hoher Temperatur auf.« »Es wäre von Interesse, die optischen Verhältnisse des reinen Eisenboracits näher kennen zu lernen, sein

Verhalten beim Erhitzen zu studiren und mit dem des Magnesiumboracits und der isomorphen Mischungen beider zu vergleichen.«

Ref.: J. Beckenkamp.

13. Fr. Solger (in Berlin): **Ueber die Benutzung der Lichtfiguren geätzter Krystallflächen zur krystallographischen Bestimmung der Aetzfiguren** (N. Jahrb. f. Min. etc. 1900, Beil.-Bd. 13, 469—506).

Dass an geätzten Krystallflächen sowohl im durchfallenden als im auffallenden Lichte eigenthümliche und charakteristische Lichtfiguren zu beobachten sind, ist seit Brewster's¹⁾ und Haushofer's²⁾ Arbeiten bekannt.

Die von einer unendlich fernen Lichtquelle ausgehend gedachten Strahlen mögen senkrecht auf eine von parallelen Flächen begrenzte Krystallplatte fallen, welche auf der Eintritts- oder auf der Austrittsfläche des parallelen Strahlenbündels mit Aetzflächen bedeckt ist.

Bringt man auf der Austrittsseite des Krystalles eine Convexlinse an, so müssen in der Brennebene derselben alle Strahlen, welche an parallelen Aetzflächen die gleiche Ablenkung erlitten haben, sich in demselben Punkte *A* schneiden. Ebenso schneiden sich alle Strahlen, welche auf die nicht geätzten Stellen fallen, in einem Punkte *P*, welcher in der Linsenaxe liegt. Sind die Aetzflächen gewölbt, so tritt natürlich an die Stelle des Lichtpunktes eine Lichtlinie.

Es finde die Beobachtung im durchfallenden Lichte statt und finde die Beleuchtung von der nicht geätzten Plattenseite aus statt.

Sei δ der spitze Winkel zwischen der Normalen der Aetzfläche und der Normalen zur ungeätzten Fläche, *f* die Brennweite der Linse, *a* der Abstand des Lichtpunktes *A* von *P*, *n* das Brechungsverhältniss des Krystalles gegen das umgebende Medium, so wird

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-a}{n\sqrt{a^2 + f^2} - f},$$

oder für kleine Ablenkungen angenähert

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-a}{f} \cdot \frac{1}{n - 1}.$$

Da der brauchbare Strahlenkegel nicht grösser als etwa 60° Oeffnung haben darf, so muss für Aetzflächen, deren Werth δ über 30° bis 40° hinausgeht, die Ablenkung dadurch verkleinert werden, dass man die geätzte Fläche der Krystallplatte in ein stärker als Luft brechendes Medium einbettet. Ist *n'* der Brechungsexponent des letzteren, so wird

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-a}{n\sqrt{a^2 + f^2} - \sqrt{n'^2(a^2 + f^2) - a^2}}$$

oder für kleine Ablenkungen angenähert

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-a}{f} \cdot \frac{1}{n - n'}.$$

Wird dagegen die geätzte Seite der Krystallplatte der Lichtquelle zugekehrt, so wird

1) Phil. Mag. 1853.

2) Habilitationsschrift 1863.

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{-a}{\sqrt{a^2 + f^2} - \sqrt{n^2(a^2 + f^2) - a^2}}$$

oder angenähert

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{a}{f} \cdot \frac{1}{n-1}.$$

Zur Beobachtung der Spiegelungsfigur wird nach Haushofer eine spiegelnde, aber durchsichtige planparallele Glasplatte unter 45° gegen die geätzte Krystallfläche gestellt. Die unter einander parallel auf die Glasplatte auffallenden Strahlen werden gegen die geätzten Flächen reflectirt und gehen von dort wieder zurück durch die Glasplatte. Die von parallelen geätzten Flächen und den nicht geätzten Stellen der Platte reflectirten Antheile des Lichtbündels liefern mit Hülfe der Linse wieder zwei getrennte Bildpunkte. In diesem Falle wird $\operatorname{tg} \delta = \frac{a}{\sqrt{a^2 + f^2} + f}$, oder angenähert $\operatorname{tg} \delta = \frac{a}{2f}$. Die Ablenkungen bei der Spiegelungsfigur sind im Allgemeinen grösser als bei der Brechungsfigur.

Alle Lichtpunkte, die von Aetzfiguren herrühren, welche derselben Zone angehören, liegen angenähert auf einem Kreisbogen, resp. geraden Linie, und die Lichtfigur behält, so lange n nicht zu sehr verschieden ist von $n' - \frac{1}{n}$, viele Aehnlichkeit mit der gnomonischen Projection, so dass man mit Zuhülfnahme einer solchen unschwer die Bedeutung der einzelnen Punkte resp. Linien in der Lichtfigur annähernd ermitteln kann. Die Helligkeit der einzelnen Punkte lässt auf die Grösse bezügl. Häufigkeit der betreffenden Aetzfläche schliessen.

Beleuchtet man die geätzte Platte unter dem Mikroskope mit parallelen Strahlen, so lassen sich die Lichtfiguren ganz ähnlich beobachten, wie die Interferenzbilder im convergenten polarisirten Lichte. In der Brennebene der Objectivlinse wird dann ein Bild der Lichtfigur entworfen; die Bertrand'sche Linse bildet mit dem Ocular zusammen ein neues Mikroskop, welches auf die Brennebene eingestellt ist.

Die Ableitung der Aetzflächen aus der Lichtfigur geschieht am besten dadurch, dass stark hervortretende Bildpunkte nach ihrer Lage genau bestimmt werden, während man die schwächeren und verschwommenen Theile nach ihrem Zonenzusammenhange mit den gemessenen Punkten beurtheilt.

Die Methode für die Spiegelungsfigur hat Becke bereits früher angegeben. Für Brechungsfiguren können in Frage kommen: 1) die goniometrische Messung, welche jedoch sehr umständlich ist, 2) das Doppeltschen, indem der Abstand PA zur Deckung gebracht wird mit dem Bilde eines seitlich angebrachten Massstabes, 3) die photographische Aufnahme.

Die Ausführung dieser Methoden wird vom Verf. näher besprochen.

Ref.: J. Beckenkamp.

14. F. Rinne (in Hannover): Bemerkung über die Polarisationswirkung von Linsenrändern (Centralblatt für Min. etc. 1900, 88—89).

Der Antheil an linear, senkrecht zur Einfallsebene polarisirtem Lichte ist im gebrochenen Theile der Lichtbewegung um so grösser, je schräger das Licht austritt. Deshalb sind die randlich aus Linsen austretenden Strahlen immer mehr oder weniger linear polarisirt, und zwar liegt die Schwingungsrichtung im Fresnel'schen Sinne an jeder Stelle parallel zu dem entsprechenden Linsen-

durchmesser. In Folge dessen kann man bei einer Adularplatte die am Rande des Gesichtsfeldes austretenden Axenbilder auch ohne Analysator beobachten.

Ref.: J. Beckenkamp.

15. E. G. A. ten Siethoff (in Deventer): **Eine einfache Construction des sogenannten Interferenzkreuzes der zweiaxigen Krystalle** (Centralblatt für Min. etc. 1900, 267—269).

Mit Hülfe der Fresnel'schen Construction der Schwingungsebenen zweier Wellen von gemeinsamer Fortpflanzungsrichtung zeichnet Verf. eine Tafel, auf welcher für jeden Punkt des Gesichtsfeldes des Konoskopes die beiden Schwingungsrichtungen durch kleine Kreuze angegeben sind.

Das dunkle Kreuz, resp. die dunkle Hyperbel umfasst nun bekanntlich alle diejenigen Stellen der Krystallplatte, bei welchen die Schwingungsrichtungen im Krystalle den Schwingungsrichtungen der beiden Nicols parallel gehen. Stellen also zwei festliegende, zu einander senkrechte Linien die letzteren dar, so lässt die Tafel bei beliebiger Drehung an dem Parallelismus der Kreuzesarme mit diesen festen Linien die Gestalt des dunklen Kreuzes bezügl. der dunklen Hyperbel erkennen.

Ref.: J. Beckenkamp.

16. W. Reinders (in Amsterdam): **Ueber die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Quecksilberbromid und Quecksilberjodid** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900, 32, 494—536).

HgJ_2 besteht in zwei Modificationen, die eine, roth und tetragonal krystallisirend, ist bei niederer, die andere, gelb und rhombisch krystallisirend, ist bei höherer Temperatur beständig. Der Umwandlungspunkt liegt bei 426^0 — 427^0 . Von $HgBr_2$ ist nur eine rhombische, mit der des HgJ_2 isomorphe Modification bekannt.

Verf. bestimmt an Mischungen, von reinem $HgBr_2$ ausgehend und jedesmal mit 10 % Differenz fortschreitend bis zum reinen HgJ_2 , die Temperatur, bei welcher sich die ersten Krystalle aus der sich langsam abkühlenden Schmelze absetzen, und diejenige Temperatur, bei welcher die ganze Schmelze fest geworden; ferner wurde die Zusammensetzung der bei diesen verschiedenen Temperaturen und aus den verschiedenen Mischungen abgeschiedenen Krystalle bestimmt. Folgende Tabelle 1 giebt die Abhängigkeit der Erstarrungstemperatur von dem Mischungsverhältnisse an, Tabelle 2 die Zusammensetzung der aus verschiedenen Schmelzen ausgeschiedenen Krystalle.

Mol. % $HgBr_2$	Tabelle 1.	
	Anfang der Erstarrung:	Ende der Erstarrung:
100	236,5 ⁰	236 ⁰
90	228,8	226
80	222,2	219
70	217,8	217
60	216,1	215,5
50	217,3	216
40	224,1	218
30	227,8	223
20	236,2	234
10	245,5	242
0	255,4	254

Tabelle 2.	
Mol. % $HgBr_2$	
in der Schmelze:	in den Krystallen:
30	28,9
40	38,5
50	49,1
60	59,9
70	70,5
80	81,2

Diese beiden Tabellen zeigen, dass es eine continuirliche Reihe gelber Mischkrystalle von $HgBr_2$ bis HgJ_2 giebt, und dass die von Oppenheim untersuchte Verbindung $HgJBr$ auch nur ein Glied dieser Reihe darstellt.

Der Umwandlungspunkt dimorpher Körper kann nach folgenden Methoden gefunden werden:

1) nach der dilatometrischen Methode, wobei die Volumänderung bei der Umwandlung gemessen wird;

2) nach der thermischen Methode, wobei die Wärmetönung der Umwandlung sich durch eine Verlangsamung in der Abkühlungs- oder Erwärmungsgeschwindigkeit kundgiebt;

3) nach der optischen Methode, wobei die Aenderung der optischen Eigenschaften beobachtet wird;

4) nach der Identitätsmethode, wobei die Temperatur bestimmt wird, bei welcher das elektrische Potential, die Löslichkeit, die Dampfspannung u. s. w. gleich geworden sind für beide Zustände.

Bei Mischkrystallen giebt es keinen Umwandlungspunkt. Wird durch eine Abscissenlinie der Gehalt der Mischung an HgJ_2 in Mol. % angegeben, durch die zugehörige Ordinate die Umwandlungstemperatur aus dem festen Zustande β in den festen Zustand α , so wird der Uebergang durch zwei Curven DE und DF bestimmt. Unterhalb der Curve DF ist nur der Zustand β , oberhalb der Curve DE nur der Zustand α existenzfähig; zwischen den Curven DE und DF liegt ein Gebiet, innerhalb dessen α und β neben einander bestehen. Verf. bestimmt diese beiden Curven nach den obigen vier Methoden. D ist der Uebergangspunkt des reinen HgJ_2 . Der Verlauf dieser Curven lässt erkennen, dass ein entsprechender Umwandlungspunkt des reinen $HgBr_2$, wenn er überhaupt besteht, bei niederer Temperatur liegen muss; directe Beobachtungen mit $HgBr_2$ haben gezeigt, dass oberhalb -83° ein solcher nicht liegt. Die Umwandlungstemperatur (127°) des gelben rhombischen in das rothe tetragonale HgJ_2 wird durch die Bromidbeimischung erniedrigt.

Ist t_0 der Umwandlungspunkt des reinen Körpers B (Lösungsmittels), t_1 die Temperatur des Gleichgewichtes zwischen der ersten Modification (α), worin c_1 Mol. % des zweiten Körpers A gelöst ist, und der zweiten Modification (β), worin c_2 Mol. % des zweiten Körpers A gelöst ist, und ist Q die Umwandlungswärme des Stoffes B , und ist endlich m das Molekulargewicht des Lösungsmittels, so ist nach Rothmund

$$t_0 - t_1 = \frac{2 T^2}{m Q} (c_1 - c_2).$$

Die absolute Temperatur des Umwandlungspunktes ist

$$T = 273 + 127 = 400^\circ;$$

die Umwandlungswärme ist nach Schwarz $Q = 4,1516$,
das Molekulargewicht von HgJ_2 ist $m = 454$,

daher
$$\frac{2 T_2}{m Q} = 612.$$

Der Verlauf der beiden Curven DE und DF stimmt über eine grosse Strecke mit dieser Formel überein, und Verf. schliesst daraus, dass $HgBr_2$ in beiden Modificationen des HgJ_2 als einfache Moleküle gelöst ist.

Ref.: J. Beckenkamp.

17. D. J. Hissink (in Amsterdam): Ueber die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Natriumnitrat mit Kaliumnitrat und von Natriumnitrat mit Silbernitrat (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900, 32, 537—563).

1. Natriumnitrat und Kaliumnitrat.

Die Schmelzcurve von $KNO_3 \cdot NaNO_3$ ist:

KNO_3 Mol. %	$NaNO_3$ Mol. %	Erstarrungs- punkte:
0	100	308 ⁰
8,49	91,51	293
17,37	82,63	276
26,50	73,50	259
35,93	64,07	240
45,68	54,32	224
50,7	49,3	218
55,77	44,23	228
66,24	33,76	248
77,08	22,92	277
88,15	11,85	308
100	0	337

Zwischen der Zusammensetzung der Schmelze und der sich aus ihr ausscheidenden Krystalle besteht ein grosser Unterschied, wie sich aus der nachstehenden kleinen Tabelle übersehen lässt.

Zusammensetzung der Schmelze:	der Krystalle:
59,7 Na	79,4 Na
40,3 K	20,6 K
39,8 Na	10,8 Na
60,2 K	89,2 K
37,5 Na	12,5 Na
62,5 K	87,5 K

Bei der Minimumerstarrungstemperatur von 218⁰ bilden sich Grenzmischkrystalle mit etwa 24 % KNO_3 und solche mit etwa 85 % KNO_3 . Aus den geschmolzenen Mischungen von KNO_3 und $NaNO_3$ setzen sich also Mischkrystalle ab mit einer Lücke von etwa 24 % bis etwa 85 % Mol. KNO_3 .

Der Umwandlungspunkt des reinen KNO_3 wurde nach der thermischen Methode bei 127,9⁰ gefunden; bei Mischkrystallen mit 1,57 Mol. % $NaNO_3$ liegt dieser bei 126,4⁰—127,4⁰; bei solchen mit 3,5 % $NaNO_3$ bei 121⁰—124⁰; von 6 % $NaNO_3$ an konnte keine Umwandlung mehr nachgewiesen werden.

2. Silbernitrat und Natriumnitrat.

Während von Natriumnitrat eine Umwandlung in rhombische Form nicht bekannt ist, ist Silbernitrat bei gewöhnlicher Temperatur rhombisch, bei höherer Temperatur hexagonal-rhombödrisch; der Umwandlungspunkt liegt bei 159⁰.

Nach Retgers setzen sich aus Lösungen von $NaNO_3$ und $AgNO_3$ hexagonale Mischkrystalle ab von 0 bis höchstens 52,5 Gew.-% $AgNO_3$ und rhombische Mischkrystalle von 0 bis höchstens 0,8 % $NaNO_3$.

Der Schmelzpunkt für reines $AgNO_3$ wurde vom Verf. bei 208,6⁰ gefunden. Die Erstarrung von Gemischen lässt folgende Tabelle übersehen:

Mol. % $NaNO_3$	Anfang der Erstarrung:	Ende
0	208,6	208,6
8	211,4	210
15,06	215	212
19,46	217,2	214,8
21,9	222	215
26	228,4	216,5
29,7	234,8	217,5
36,2	244,4	217,5
47,3	259,4	237,6
58,9	272	257
72	284	274
100	308	308

Das Mischungsverhältniss der Schmelze und der daraus abgeschiedenen Krystalle lässt die folgende Tabelle übersehen.

Mol. % $NaNO_3$ in den Krystallen:	in der Schmelze:
10,9	14,1
16,2	22,6
25,5	43,1
33,7	49,3
45,3	59,8
58,9	70,0
72,0	78,8

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass aus Schmelzen mit 0 bis 19,5 % Mol. NaNO_3 sich Mischkrystalle bilden mit 0 bis 26 % Mol. NaNO_3 und aus Schmelzen mit 19,5 bis 100 % Mol. NaNO_3 Mischkrystalle mit 38 bis 100 %. Die Erstarrungcurve zeigt bei 217,5° und 19,5 % Mol. NaNO_3 einen Knick. Der erstere kürzere Zweig AD erstreckt sich von der Abscisse 0 und der Ordinate 208,6 bis zur Abscisse 26,0 und der Ordinate 217,5. Der zweite grössere Zweig EB von der Abscisse 38,0 und der Ordinate 217,5 bis zur Abscisse 100 und der Ordinate 308,0.

Es besteht also in der isomorphen Mischungsreihe eine Lücke von 26—38 % NaNO_3 . Hiermit stimmt überein, dass die Krystalle zwei verschiedenen Typen angehören. Der Typus α stellt deutlich glänzende Blättchen dar, vollkommen ähnlich den Krystallen, welche sich aus reinem geschmolzenen AgNO_3 bilden; der Typus α' ist viel flockiger und gleicht den aus geschmolzenem NaNO_3 sich absetzenden Krystallen.

Unterhalb der Linie AD besteht eine homogene Reihe von Mischkrystallen des Typus α , unterhalb EB eine homogene Reihe des Typus α' , während die Punkte unterhalb der geraden Linie DE einen Complex der Grenzkristalle beider Typen vorstellen. Beide Typen α und α' sind hexagonal.

Das Silbernitrat wandelt sich unterhalb 159° aus der hexagonalen Form α in die rhombische Form β um; dagegen findet bei den α' -Krystallen keine Umwandlung statt, weil diese beim NaNO_3 nicht auftritt.

Die Mischkrystalle des Typus α erleiden die Umwandlung in rhombische beim Gehalte von 0 bis 4,5 % Mol. NaNO_3 bei der Temperatur 159,8° bis 138°. Der Umwandlungspunkt wird nicht weiter erniedrigt als auf 138°, weil die Krystalle mit höherem Gehalte als 4,5 % Aggregate der beiden Typen α und α' darstellen.

Ref.: J. Beckenkamp.

18. J. R. Rydberg (in Lund): **Die Härte der einfachen Körper** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900, **33**, 353—359).

Verf. stellt die Härte der Elemente als Punkte auf einer Curve dar, deren Abscisse durch das Atomgewicht und deren Ordinate durch die Härte des betreffenden Elementes bestimmt ist. Nach dem Verlaufe dieser Curve gehört die Härte in diejenige Gruppe von Eigenschaften, bei denen sich die Periodicität auf eine periodische Function in der Grösse der Cohäsion zurückführen lässt. Hierher gehören u. a. Dichte, Ausdehnung, Atomwärme, Schmelzpunkt, Schmelzwärme, Siedepunkt und die meisten elastischen Eigenschaften der Grundstoffe.

Ref.: J. Beckenkamp.

19. R. Schenck (in Marburg): **Ueber eine Methode zur Ermittlung des Umwandlungspunktes monotrop-dimorpher Körper** (Ebenda 445—452).

Unter den dimorphen Körpern unterscheidet O. Lehmann zwei Arten, die enantiotropen und die monotropen. Bei den enantiotropen Körpern sind die beiden dimorphen Modificationen beliebig in einander überführbar. So geht der monokline Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur in den rhombischen über, während man im Dampfbade umgekehrt den rhombischen in monoklinen verwandeln kann. Zwischen diesen beiden Temperaturen liegt eine, bei welchen beide Modificationen neben einander bestehen können; es ist dies die Umwandlungstemperatur oder der Umwandlungspunkt. Geht unterhalb des Umwandlungspunktes die Modification A in die Modification B über, ist also unterhalb der genannten

Temperatur B die stabile, A die metastabile oder labile Form, so kehrt sich oberhalb derselben das Verhältniss um. Bei den monotrop-dimorphen Körpern fehlt der Umwandlungspunkt; bei allen Temperaturen, bei welchen diese Körper im krystallisirten Zustande bestehen können, bleibt die eine Form die stabile, die andere die labile. Erhitzt man sie höher, so schmelzen sie, wobei jede Modification ihren besonderen Schmelzpunkt hat; der der stabilen Form ist stets der höhere. Als Beispiele dieser Art gelten das Benzophenon und die Monochloressigsäure.

Ob ein dimorpher Körper enantiotrop oder monotrop ist, hängt von der Lage des Umwandlungspunktes zu dem Schmelzpunkte ab. Liegen die Schmelztemperaturen höher als der Umwandlungspunkt, so liegen enantiotrope, im anderen Falle monotrope Modificationen vor.

Der Umwandlungspunkt kann als der Schnittpunkt der Dampfdruckcurven der beiden Modificationen gelten. Kennen wir also deren Verlauf, so können wir diese über die Schmelzpunkte hinaus verlängern, ihr Schnittpunkt ist der Umwandlungspunkt. Dasselbe gilt auch bezüglich der Löslichkeitscurven.

Verf. giebt dann noch eine andere Construction des Umwandlungspunktes monotrop-dimorpher Körper an. Durch Zusatz fremder Stoffe kann man die Schmelzpunkte der beiden enantiotropen Modificationen erniedrigen. Sind S und S' die Schmelzpunkte der reinen Substanzen, A und A' die Gefrierpunktdepressionen, so findet Verf. $\frac{U-S}{U-S'} = \frac{A}{A'}$, d. h. die »Abstände der Schmelzpunkte vom Umwandlungspunkte U verhalten sich wie die Depressionsconstanten«. Aus S und A lässt sich also U bestimmen.

Nach dieser Formel berechnet Verf. den Umwandlungspunkt des m-Nitrop-Acettoluids. Dieser Körper tritt in einer weissen und einer gelben Form auf; die erstere schmilzt bei $93,32^{\circ}$, die zweite bei $94,58^{\circ}$, letztere ist also die labile. Aus dem Schmelzflusse bekommt man durch Animpfen, ganz wie man will, die eine oder die andere Art. Die gelbe Modification geht im festen Zustande nicht in die weisse über. Die Beobachtungen an Lösungen von Oxalsäuredimethylester in m-Nitro-p-acettoluid ergaben: $A = 87,03$; $A' = 99,05$; daher $U = 105,9^{\circ}$.

Den Schmelzpunkt der stabilen Modification der Monochloressigsäure findet Verf. bei $61,5^{\circ}$, den der labilen bei $56,3^{\circ}$; A und A' wurden fast gleich gefunden. Bedeutet φ den Winkel der Schmelzpunktlinie mit der Abscissenaxe, so ist $A = \cos \varphi$; da A und A' hier fast gleich sind, so schneiden sich jene Linien erst in weiter Entfernung, d. h. der Umwandlungspunkt der Monochloressigsäure liegt hoch über den beiden Schmelzpunkten.

Ref.: J. Beckenkamp.

20. H. W. Foote (in Leipzig): **Ueber die physikalisch-chemischen Beziehungen zwischen Aragonit und Calcit** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900, 33, 740—759).

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist, mittelst rein physikalisch-chemischer Methoden zu bestimmen:

1) welches der beiden Mineralien unter den bestehenden Temperatur- und Druckverhältnissen das beständigere ist;

2) ob die Umwandlungstemperatur über oder unter den gewöhnlichen Temperaturen liegt.

Die relativen Beständigkeiten können experimentell aus den Löslichkeiten bestimmt werden; die eine Form ist dann unbeständiger als die andere, wenn sie in irgend einem Lösungsmittel löslicher ist. Die Versuche des Verfs. zerfallen in zwei Gruppen; bei beiden bildet das Princip der Löslichkeitsdifferenz der beiden Formen, die ein Maass der freien Energie darstellt, die Grundlage.

1) Es wurden die beiden Mineralien durch eine Kaliumoxalatlösung nach der Gleichung $\text{CaCO}_3 + \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3$ zersetzt. Nach eingetretenem Gleichgewichte wurde das Verhältniss $\frac{\text{Concentration } \text{K}_2\text{CO}_3}{\text{Concentration } \text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4} = K$ bestimmt. Der Werth dieser Constanten K ist eine Function der relativen Löslichkeiten von Calciumcarbonat und Calciumoxalat in sehr verdünnter Lösung. Bei constanter Temperatur ist dieser Quotient verschieden für die beiden Formen des Calciumcarbonates, da diese verschiedene Löslichkeiten besitzen. Aragonit resp. Calcit wurden in fein gepulvertem Zustande im Ueberschusse zugesetzt.

Bei einer Temperatur von 25°	wurde gefunden	$\frac{K_{\text{Aragonit}}}{K_{\text{Calcit}}}$	$= \frac{2,262}{1,675}$	$= 1,35$
- - - - 49,7° - - -			$= \frac{0,864}{0,633}$	$= 1,36$
- - - - 59 - - -			$= \frac{0,514}{0,416}$	$= 1,24$

Es geht daraus hervor, dass bei allen Temperaturen Aragonit löslicher und daher unbeständiger ist als Calcit.

2) Es wurde die elektrische Leitfähigkeit gesättigter wässriger Lösungen von Aragonit und Calcit und Kohlensäure bei Atmosphärendruck und bei verschiedenen Temperaturen ermittelt. Sei $l = \frac{\text{spec. Leitfähigkeit}}{10^{-3}}$, so ergeben die Beobachtungen:

T	48°	44°	25°	8°
l_{Aragonit}	1,697	1,737	1,682	1,462
l_{Calcit}	1,522	1,546	1,484	1,275
	$= 1,115$	$= 1,124$	$= 1,130$	$= 1,147$

Das Verhältniss der Leitfähigkeiten nähert sich also mit steigender Temperatur der Einheit. Die Umwandlungstemperatur von Aragonit und Calcit, bei welcher das Verhältniss der Einheit gleich sein muss, liegt daher über den untersuchten Temperaturen. Die Bildung von Calcit aus Aragonit bei schwacher Rothgluth begründet die Annahme, dass aber auch bei dieser Temperatur noch Calcit die beständigere Form ist, und es scheint, dass bei allen Temperaturen unter dem Schmelzpunkte des Calcits bei Atmosphärendruck dieser beständiger ist als der Aragonit. Hiernach wären Umwandlungspseudomorphosen von Calcit nach Aragonit, nicht aber solche von Aragonit nach Calcit möglich. Die thatsächlich beobachteten Pseudomorphosen von Aragonit nach Calcit müssten etwa als Ausfüllungspseudomorphosen gedeutet werden.

Betreffs der Bildung des Aragonits in der Natur weist Verf. auf einen Einfluss hin, der bisher nicht genügend gewürdigt wurde, auf die Krystallisationsgeschwindigkeit. Bei schneller Ausscheidung aus heisser Lösung entsteht Aragonit. Es bestätigt dies die Regel Ostwald's, dass sich die unbeständige Form immer zuerst absetzt; erfolgt die Krystallisation genügend langsam, so entsteht Calcit.

Ref.: J. Beckenkamp.

21. W. Stortenbeker (im Haag): Ueber die Löslichkeit von hydratisirten Mischkrystallen (Zeitschr. f. phys. Chemie 1900, **34**, 108—123).

Retgers fand Mischungen von Cadmiumsulfat-Ferrosulfat sowohl mit $2\frac{2}{3}H_2O$ von der Form des ersteren, als mit $7H_2O$ von der des letzteren. Die Grenzen der stabilen Mischkrystalle sind nach dessen Angaben:

monoklines $(Cd, Fe)SO_4 \cdot 2\frac{2}{3}H_2O$	100—99,8 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cd</i>
- $(Fe, Cd)SO_4 \cdot 7H_2O$	44,4—0 - <i>Cd</i> .

Verf. erhielt dagegen die Grenzwerte:

$(Cd, Fe)SO_4 \cdot 2\frac{2}{3}H_2O$	$(Fe, Cd)SO_4 \cdot 7H_2O$
Lösung: 100—79,8 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cd</i>	79,8—0 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cd</i>
Krystalle: 100—99,4 - <i>Cd</i>	36,6—0 - <i>Cd</i> .

Auch die Combination Mangansulfat-Kupfersulfat bildet nach Retgers keine geschlossene isomorphe Reihe von triklinem $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ und $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, sondern dieselbe ist unterbrochen durch eine Reihe von monoklinen Krystallen $(Cu, Mn)SO_4 \cdot 7H_2O$. Nach Retgers sind die Grenzen der stabilen Mischungen:

triklines $(Cu, Mn)SO_4 \cdot 5H_2O$	100—90,8 und 2,44—0 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cu</i> ,
monoklines $(Cu, Mn)SO_4 \cdot 7H_2O$	37,8—4,92 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cu</i> .

Verf. findet dagegen die Grenzwerte bei 18°:

$(Cu, Mn)SO_4 \cdot 5H_2O$
Lösung: 100—15,9 und 10,27—0 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cu</i> ,
Krystalle: 100—22,9 - 10,5 —0 - <i>Cu</i> .

$(Cu, Mn)SO_4 \cdot 7H_2O$
Lösung: 15,9—10,27 Mol. $\frac{0}{100}$ <i>Cu</i> ,
Krystalle: 23,5—16,0 - <i>Cu</i> .

»Während sowohl $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ als auch $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ in grossen und gut entwickelten Krystallen erhalten werden können, fallen die Mischungen mit 10 und 95 Mol. $\frac{0}{100}$ *Cu* schon viel kleiner aus, und diejenigen mit 20 und 90 Mol. $\frac{0}{100}$ *Cu* sind mikroskopisch klein. Die mittleren Mischungen endlich von etwa 25—85 Mol. $\frac{0}{100}$ kommen niemals in einzelnen Krystallen, sondern nur in mikroskopischen Krystallaggregaten, eigenthümlichen federartigen Gebilden vor; und obschon dies die Regel bei Mischungen, tritt es hier in so hohem Grade auf, dass Retgers die winzigen Kryställchen gar nicht beobachtet zu haben scheint.« Bei niedriger Temperatur (etwa unter 10°) ist das reine $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ die stabilere, weniger löslichere Form als $MnSO_4 \cdot 5H_2O$, und dementsprechend ist bei niedriger Temperatur die Reihe der Mischkrystalle $(Mn, Cu)SO_4 \cdot 7H_2O$ grösser als bei 18°. Bei höherer Temperatur (etwa bei 23°) dagegen verschwindet der stabile Theil der Mischkrystalle mit $7H_2O$ ganz.

Ein grosser und ein kleiner Krystall von $(Cu, Zn)SO_4 \cdot 7H_2O$, welche gleichzeitig aus derselben Lösung gebildet waren, zeigten einen verschiedenen Gehalt an *Cu*, und zwar hatte der grössere 1 bis 2 Mol. $\frac{0}{100}$ *Cu* mehr. Wurden von einem grösseren Krystalle die äusseren Theile abgesprengt und für sich analysirt, so enthielt dieser mehr *Cu* als der Kern. Verf. hält es daher für möglich, dass die Zusammensetzung einer krystallisirten festen Phase, welche an eine gegebene

Lösung von zwei isomorphen Salzen grenzt und mit derselben im Gleichgewicht steht, nicht unabhängig ist von der Grösse der Krystallfläche.

Ref.: J. Beckenkamp.

22. E. Beckmann (in Leipzig): **Ueber Spectrallampen** (Zeitschr. f. phys. Chem. 1900, **34**, 593—611; **35**, 443—458, 652—660; vorläufiger Bericht Abhandl. d. königl. sächs. Akad. d. Wiss. 1900, **26**, 1).

Verf. giebt zunächst eine Uebersicht über die gebräuchlichen Vorrichtungen zum Färben von nichtleuchtenden Flammen und über deren Nachtheile. Daran schliessen sich Vorschläge zu anderen Methoden, welche bequemer, gleichmässiger und dauernder den genannten Zweck erfüllen sollen.

Füllt man mit einer Lösung, etwa von Chlorbaryum, ein oben weites Gefäss, Schale oder Becherglas, bis zum Rande und bläst mit einem Strohhalm oder einem entsprechend weiten Glasrohre Luft hinein, während gleichzeitig eine Bunsenflamme über die Stelle gehalten wird, wo die Gasblasen aufsteigen, so wird man selbst bei concentrirten Lösungen keine Färbung der Flamme wahrnehmen. Wiederholt man den Versuch unter Anwendung eines Stückes spanischen Rohres von den Dimensionen des Strohhalmes, so findet Aufleuchten der Flamme statt. Das spanische Rohr ist von zahlreichen Gefässen durchsetzt und kann als ein Bündel von Capillaren betrachtet werden. Die Zertheilung des Gasstromes in kleinere Bläschen vergrössert die Berührungsfläche zwischen Luft und Salzlösung. Je kleiner die aus der Salzlösung austretenden Gasperlen sind, desto mehr Salzlösung wird mit ihnen aus der Flüssigkeit herausgehoben. Der von der darüber befindlichen Gasflamme aufsteigende warme Gasstrom zieht die Flüssigkeitsstäubchen in die Flamme hinein und zwar um so leichter, je feiner sie sind.

Auf Vorschlag des Verfs. werden einseitig geschlossene poröse Porzellanröhrchen hergestellt; das offene Ende wird durch einen Gummischlauch mit einem Gebläse verbunden. Bei der einen Sorte der für diesen Zweck hergestellten Zerstäubungsröhrchen sind 1,6 bis 2 Atmosphären (Starkdruck) nöthig, bei der anderen genügen 0,6 bis 1,0 Atmosphären (Schwachdruck). Wässrige Lösungen zerstäuben schwerer, als wenn Alkohol, Aether, Aceton, Essigsäure oder Benzol als Lösungsmittel angewendet wird, weil Wasser eine viel grössere Oberflächenspannung und Steighöhe als die übrigen Flüssigkeiten besitzt. Wird die Wandung des porösen Röhrchens mit Alkohol angefeuchtet, dann kann schon durch einen verhältnissmässig niedrigeren Druck auch in wässriger Lösung Luft in feiner Vertheilung durchgepresst werden. Am meisten wird die Gasentwicklung durch Tränken des Zerstäubers mit Aether beschleunigt; er verdunstet aber rascher als Alkohol.

Vergleichende Versuche mit Kohlensäure, Sauerstoff, Stickstoff und atmosphärischer Luft haben nicht erheblich zu Gunsten oder Ungunsten eines dieser Gase entschieden. Es wird deshalb die letztere mit Hilfe einer Handluftpumpe in einen mit Sicherheitsventil und Manometer versehenen Druckkessel gepumpt, von wo sie mittelst Gummischlauch zu den Zerstäubungsröhrchen geführt wird, welche in das die Flamme färbende Salz eintauchen.

Statt durch Druckluft kann die Flammenfärbung auch durch elektrolytische Zerstäubung hervorgerufen werden. Zu dem Zwecke wird das Zerstäubungsröhrchen entfernt und durch ein Elektrodenpaar ersetzt.

Bezüglich der genaueren Einrichtung der Lampen u. s. w. mag auf das

Original verwiesen werden. Die Apparate werden von der Firma Fr. Hugers-hoff in Leipzig angefertigt und geliefert.

Ref.: J. Beckenkamp.

23. J. H. van 't Hoff (in Berlin): **Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers** (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1900).

XVIII. J. H. van 't Hoff und E. F. Armstrong, Gyps und Anhydrit.

1. Das Halbhydrat von schwefelsaurem Kalk $SO_4Ca \cdot \frac{1}{2}H_2O$ (S. 559—576).

Das Calciumsulfat kann sich aus Lösungen, welche die Bestandtheile des Meerwassers enthalten, bei 25° in Form einer der vier folgenden Salze ausscheiden:

- 1) als Glauberit $(SO_4)_2CaNa_2$,
- 2) als Gyps $SO_4Ca \cdot 2H_2O$,
- 3) als Halbhydrat $SO_4Ca \cdot \frac{1}{2}H_2O$,
- 4) als Anhydrit SO_4Ca .

Unter welchen Umständen Glauberit entsteht, war schon früher (s. diese Zeitschr. 35, 374) untersucht worden. In der vorliegenden Arbeit wurden die Bedingungen festgestellt, unter denen die eine oder andere Hydratform entsteht. Von Valer (siehe das folgende Referat) ist gezeigt worden, dass Calciumsulfat aus gesättigter Magnesiumchloridlösung bei niedrigen Temperaturen als Gyps, bei 40° dagegen als Halbhydrat sich abscheidet; von den Verff. wird nun das Problem, unter welchen Umständen die eine oder die andere Form entsteht, in ganz allgemeiner Weise in Angriff genommen.

Die Kenntniss der Curve der Krystallwassertension des Gypses ermöglicht die Beantwortung der Frage: ist dieselbe grösser als die Tension der vorliegenden Lösung, so wird eine Umwandlung des Gypses in das Halbhydrat eintreten, im anderen Falle findet die Umwandlung in entgegengesetzter Richtung statt. Die Versuche, die Krystallwassertension durch directe Druckmessung zu bestimmen, führten nicht zum Ziele, da sich das Gleichgewicht zu langsam einstellt. Eine bedeutende Beschleunigung der Umwandlung findet statt bei Anwesenheit von Lösungen, z. B. von Salpetersäure, Chlornatrium oder Chlormagnesium. Es ist dies auch die einfachste Methode zur Darstellung des Halbhydrats. Durch Siederversuche gelang zunächst die Ermittlung der Temperatur, bei welcher die Krystallwassertension eine Atmosphäre beträgt; sie liegt bei 101,45°. Durch Versuche bei vermindertem Drucke konnte der ganze Verlauf der Curve festgelegt werden; die Richtigkeit derselben liess sich durch eine thermodynamische Rechnung prüfen. Aus der Curve liessen sich dann die Bedingungen ableiten, unter denen die Umwandlung des Gypses in das Halbhydrat stattfindet, und folgende Schlüsse ziehen: Da der Uebergangspunkt, bei welchem Gyps, Halbhydrat und gesättigte Lösung mit einander im Gleichgewichte stehen, bei 107° liegt, also höher als der Punkt, bei dem die Krystallwassertension eine Atmosphäre beträgt, ist das Schmelzen des Gypses im Krystallwasser nur im geschlossenen Gefässe möglich. Bei 25° verwandelt sich der Gyps in das Halbhydrat bei Gegenwart von Lösungen, deren Dampfspannung weniger als 9,4 mm beträgt. In einer gesättigten Chlornatriumlösung findet diese Umwandlung bei etwa 76° statt; in einer 20procentigen Lösung des gleichen Salzes bei 93,3°, in einer 3½procentigen, deren Zusammensetzung dem Gehalte des Meerwassers gleich ist, bei 103°. Dagegen liegt dieser Punkt für eine an Chlorcalcium ($CaCl_2 \cdot 6HO_2$) gesättigte Lösung bei 17° und für eine an Chlormagnesium ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) gesättigte Lösung schon bei etwa 44°.

XIX. J. H. van 't Hoff und H. von Euler-Chelpin. Die Maximaltemperatur der Lösungen von den Chloriden und Sulfaten des Magnesiums und Kaliums bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25° und das Auftreten von Kainit bei dieser Temperatur (S. 1018—1022).

Zur Controle der Löslichkeitsbestimmungen und eventuellen Entdeckung neuer Hydrate haben die Verff. die früher (ref. diese Zeitschr. 33, 482) mitgetheilten Tensionsbestimmungen von gesättigten Lösungen der Chloride und Sulfate von Magnesium und Kalium dadurch ergänzt, dass sie auch die Dampfspannungen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium ermittelten. Die Versuche ergaben eine Bestätigung des in früheren Arbeiten (ref. diese Zeitschr. 33, 483) nach anderen Methoden ermittelten Verlaufes der Krystallisation und führten ferner zu dem Resultate, dass der Kainit schon bei 25° auftreten kann.

XX. J. H. van 't Hoff und Harold A. Wilson. Die Bildung von Syngenit bei 25° (S. 1142—1149).

Die Bildungsbedingungen des Syngenits $CaK_2(SO_4)_2 \cdot H_2O$, der bei 25° entstehen kann, werden genauer festgestellt. Derselbe bildet sich leicht beim Zusammenbringen von Gyps mit Kaliumsulfatlösungen von genügender Concentration. Bei der Auflösung in Wasser wird er unter Abscheidung von Gyps zersetzt, bis die Concentration des Kaliumsulfats auf 3,26 Mol. in 1000 Mol. H_2O gestiegen ist. Weitere Löslichkeitversuche ergaben die Umstände, unter denen Syngenit in Lösungen, welche auch die übrigen Bestandtheile des Meerwassers enthalten, entstehen kann. Zu dem Zwecke wurden die Sättigungsconcentrations in dem entsprechenden Gebiete bei Abwesenheit von Calcium, zunächst für magnesiumfreie, dann für Magnesium enthaltende Lösungen ermittelt. Die Resultate werden durch ein Modell und folgende Tabelle, welche als eine Ergänzung der früher (s. diese Zeitschr. 33, 486 und 35, 375) mitgetheilten Tabellen anzusehen ist, wiedergegeben:

Sättigung an Chlornatrium und	Auf 100 Mol. H_2O				
	Na_2Cl_2	K_2Cl_2	$MgCl_2$	Na_2SO_4	$MgSO_4$
KCl	44 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	—	—	—
KCl und Glaserit	44	20	—	4 $\frac{1}{2}$	—
Glaserit und Na_2SO_4	44 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	—	14 $\frac{1}{2}$	—
Na_2SO_4	51	—	—	12 $\frac{1}{2}$	—
Na_2SO_4 und Astrakanit	46	—	—	3	16 $\frac{1}{2}$
Astrakanit und $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	26	—	7	—	34
KCl , Glaserit und Schönit	23	14	21 $\frac{1}{2}$	—	14
KCl , Schönit und Leonit	14	11	37	—	14 $\frac{1}{2}$
Na_2SO_4 , Astrakanit und Glaserit	40	8	2	8	14
Astrakanit, Glaserit und Schönit	27 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	—	18 $\frac{1}{2}$
Astrakanit, Schönit und Leonit	22	10 $\frac{1}{2}$	23	—	19
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$, Astrakanit und Leonit	10 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	42	—	19

Aus den Versuchsdaten folgt, dass die Bildung von Syngenit aus Gyps bei 25° leicht stattfinden kann; da jedoch die Beständigkeit des Polyhalits unter den gleichen Umständen noch nicht vollständig klargelegt ist, bleibt auch die Frage nach dem Existenzgebiete des Syngenits zunächst noch offen.

Ref.: V. Rothmund.

24. H. Vater (in Tharandt): Einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrits (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1900, 269).

a. Einleitung. — Die Versuche, über welche jene Mittheilung berichtet, beschäftigen sich zwar mit den Entstehungsbedingungen des marinen Anhydrits, die Anregung aber, sie auszuführen, gab dem Verf. das Bestreben, die Entstehungsbedingungen des Aragonits festzustellen.

Ein sehr charakteristisches Auftreten des Aragonits bilden jene Krystalle, welche sich in salz- und gypsführenden Thonen eingewachsen vorfinden und besonders von Molina in Aragonien und Bastennes im Departement Les Landes in den Sammlungen verbreitet sind. Diese Vorkommnisse wurden von L. Becquerel¹⁾ in der Weise erklärt, dass die Ausscheidung des Calciumcarbonates als Aragonit durch die Gegenwart des Gypses bedingt sei. Im Jahre 1894 vom Verf. begonnene Untersuchungen über den Einfluss des Calciumsulfates auf die Krystallisation des Calciumcarbonates wiesen jedoch darauf hin, dass der Gyps nicht in der von Becquerel angenommenen Weise einwirkt. Somit war die Frage nach der Bildung jenes Aragonitvorkommnisses von Neuem zu beantworten.

Die in den salzführenden Schichten von Bastennes auftretenden Mineralien hat M. Frossard²⁾ beschrieben. Nach dessen Angaben finden sich daselbst u. a. kleine Quarzkrystalle, welche im Allgemeinen zur Varietät der Hyacinthen von Compostella gehören und sich sowohl im Thon zerstreut, als auch eingewachsen im Aragonit und Gyps, selten im Dolomit vorfinden. Diese Quarzkrystalle von Bastennes und anderer entsprechender Oertlichkeiten führen nach Beaugéy³⁾ äusserst zahlreiche Einschlüsse von Anhydrit. Es legt dies die Annahme nahe, dass sich der Aragonit der salzführenden Thone unter solchen Umständen gebildet habe, unter denen sich das Calciumsulfat statt als Gyps als Anhydrit ausscheidet. Zur Prüfung der Möglichkeit dieser Annahme wurde zunächst versucht, die Umstände der Bildung des marinen Anhydrits durch Studium der sie betreffenden Literatur festzustellen.

b. Die vor 1894 veröffentlichten Ansichten über die Bildung des marinen Anhydrits. — Aus der Darlegung der bis dahin erschienenen Abhandlungen u. s. w. ergibt sich, dass anfangs der neunziger Jahre folgende drei Ansichten über die Bildung des marinen Anhydrits bestanden⁴⁾:

1) Nach Hoppe-Seyler⁵⁾ und G. Rose⁶⁾ erfordert der Anhydrit zu seiner Bildung eine zugleich mit Natriumchlorid gesättigte Lösung und höhere Temperatur.

4) *Compt. rend.* 1852, **34**, 573. Vergl. Vater, Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates, Theil VIII, diese Zeitschr. 1899, **31**, 538.

2) Citirt nach 3).

3) M. Beaugéy, Inclusions d'anhydrite dans les quartzes bipyramidés des argiles salifères pyrénéennes. *Bull. de la Soc. franç. de Minéralogie* 1889, **12**, 396. Auszug diese Zeitschr. 1892, **20**, 274.

4) Die von Johnston (*Journ. f. pr. Ch.* 1839, **16**, 400) vermuthungsweise aufgestellte Ansicht, dass sich das Calciumsulfat unter höherem Drucke als Anhydrit statt als Gyps ausscheidet, hat s. Zt. besonders durch eine Abhandlung von Heidenhain (*Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 1874, **26**, 275) weitere Verbreitung gefunden. Sie ist von Spezia (diese Zeitschr. 1888, **13**, 302) nachgeprüft und unzutreffend befunden worden.

5) F. Hoppe-Seyler, Ueber das Verhalten des Gypses im Wasser bei höherer Temperatur und die Darstellung von Anhydrit auf nassem Wege. *Pogg. Ann.* 1866, **127**, 464, und Ueber die Bildung von Dolomit. *Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges.* 1873, **27**, 495.

6) G. Rose, Ueber die Bildung des mit dem Steinsalz vorkommenden Anhydrits (aus den Monatsberichten d. k. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1874. Mit späteren Zusätzen). *Pogg. Ann.* 1872, **145**, 477.

2) Nach Pošepný¹⁾ tritt die Bildung von Anhydrit in verdunstenden Salzwasserbecken dann ein, wenn sich in Folge des Verdunstungsvorganges grössere Mengen von Magnesiumchlorid und Calciumchlorid in der noch vorhandenen Lösung angesammelt haben. Da Pošepný in Bezug auf die Temperatur keine Angaben macht, so hat Verf. angenommen, dass der Erstgenannte die gewöhnliche Temperatur für die Anhydritbildung voraussetzt.

3) Nach Roth²⁾ scheidet sich das Calciumsulfat aus einer zugleich mit Natriumchlorid gesättigten Lösung auch bei gewöhnlichen Temperaturen als Anhydrit aus.

Bei diesem Widerstreite der Meinungen war es nothwendig, sie näher zu prüfen. Da nun die unter 1) behauptete Anhydritbildung von den betreffenden Autoren als möglich erwiesen ist, bezw. damals erwiesen zu sein schien, so war zu untersuchen, ob die unter 2) und 3) erwähnten Bildungsweisen ebenfalls möglich sind. Wäre dies der Fall, dann würden diese letzteren, da sie eine geringere Abweichung der geophysischen Verhältnisse während der Anhydritbildung von denen der Gegenwart erfordern, als die erstere, für wahrscheinlicher zu gelten haben.

Die unter 3) angeführte Meinung konnte eigentlich bereits nach den Untersuchungen von Hoppe-Seyler, G. Rose und Spezia³⁾ als widerlegt angesehen werden. Sie wurde jedoch der Vollständigkeit halber nachgeprüft.

Der Verf. findet es sehr beachtenswerth, dass, wie aus der in der Abhandlung citirten Literatur hervorgeht, der nach Steinsalz pseudomorphe Anhydrit sehr häufig mit gleichzeitig entstandenem Dolomit verknüpft ist, der noch weit zahlreichere Pseudomorphosen nach Steinsalz bildende Gyps hingegen niemals.

c. Die Calciumsulfatsubstanzen und deren Löslichkeit in Wasser. — Bisher wurden drei Calciumsulfatsubstanzen unterschieden:

1) Der Gyps (spec. Gew. = 2,32).

2) $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$. Diese Substanz ist zuerst von Johnston⁴⁾ und zwar als Absatz eines Dampfkessels aufgefunden worden. Sie wird von Fäserchen gebildet, welche nach Broöke⁵⁾ rhombisch sind. Johnston fand das specifische Gewicht = 2,753—2,764, Johnson⁶⁾, dessen Material ebenfalls einem Dampfkessel entstammte, = 2,69. Hoppe-Seyler (a. a. O.) erhielt $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ durch Erhitzen von Gyps in reinem Wasser auf 140°, sowie als erstes Product der Entwässerung des Gypses durch Erhitzen desselben mit gesättigter Natriumchloridlösung im zugeschnittenen Glasrohr auf 125°—130°. Insbesondere durch Le Châtelier⁷⁾ wurde die beim Entwässern des Gypses in der Luft unter 160°—170° entstehende Substanz als $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ erkannt.

3) Der Anhydrit (spec. Gew. = 2,96). Mit ihm wird allgemein das bis auf Rothgluth (unzersetzt) erhitzt gewesene Calciumsulfat identificirt. Ausserdem hält

1) Fr. Pošepný, Anhydrit im Steinsalz von Vizakna in Siebenbürgen. Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1869, 140.

2) J. Roth, Allgemeine und chemische Geologie, 1879, 1, 89.

3) Vergl. S. 300, Anm. 4).

4) James F. W. Johnston, Ueber eine neue Verbindung von schwefelsaurem Kalk mit Wasser, im Auszuge aus Phil. Mag. Novbr. 1838 mitgetheilt im Journ. f. prakt. Chem. 1839, 16, 400.

5) Mitgetheilt von Johnston a. a. O.

6) Johnson, Proceed. of the Assoc. of American Geologists etc., Americ. Journ. of Science and Arts 1848 (2), 5, 112.

7) H. Le Châtelier, Sur la cuisson du plâtre. Compt. rend. 1883, 96, 1668.

Hoppe-Seyler das von ihm als zweites Product der unter 2) erwähnten Entwässerung des Gypses bei 125^0 — 130^0 erhaltene wasserfreie Calciumsulfat (spec. Gew. = 2,937) für identisch mit Anhydrit, und nimmt G. Rose (a. a. O.) dies auch für rhombische Kryställchen an, die er aus Gyps durch Kochen desselben in concentrirter Natriumchloridlösung darstellte.

Aus den bisherigen Löslichkeitsbestimmungen, die eingehend besprochen wurden, folgt, dass, wie bekannt, in reinem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur Anhydrit und $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ in Gyps übergehen. Es ist jedoch noch festzustellen, wie sich diese Substanzen in Gegenwart von Lösungsgeossen, insbesondere bei höherer Temperatur verhalten.

d. Die Versuche 138—148¹⁾. — Einen Ueberblick über diese Versuche giebt die Tabelle auf S. 303. Zur Erziehung möglichst gut entwickelter Krystalle wurde bei der Mehrzahl der Versuche die Methode der Diffusion in einer der früheren Angaben des Verfs.²⁾ entsprechenden Weise angewendet. Ausserdem wurden die Mutterlaugen, welche von den durch Diffusion entstandenen Krystallen getrennt worden waren, für jeden besonderen Fall der Lösungsgeossen in einem Beispiele zur Krystallisation durch Verdunstung hingestellt. Bei Versuch 146 kam hierbei ein Exsiccator zur Anwendung. Einmal (147) wurde die Ausscheidung von Calciumsulfat durch Fällung bewirkt. In allen Fällen, bei denen in der Uebersicht auf S. 303 sich die Angabe findet, dass die Lösung gesättigt gewesen sei, befand sich ein Ueberschuss des betreffenden Salzes in fester Form in der Lösung. Die Temperatur wurde nur bei den Versuchen 147 und 148 durch einen Thermostaten geregelt. Abgesehen von Versuch 147 wurden die Krystallisationen erst nach 4—5 Monaten nach Aufstellung des Versuches entnommen.

Etliche Salze, besonders Vitriole, haben die Eigenschaft, aus derselben Lösung je nach dem Wassergehalte eines hineingebrachten »Keimes« mit verschiedenem Wassergehalte zu krystallisiren. Um diese vielleicht auch beim Calciumsulfat vorhandene Erscheinung nicht zu übersehen, wurde beabsichtigt, jeden Versuch unter Hinzufügung von Stückchen jenes Calciumsulfatminerales, welches sich nicht gebildet hatte, zu wiederholen. Hierbei machten sich jedoch, wie die Tabelle zeigt, nur Stückchen von Anhydrit nothwendig. Diese Stückchen wurden einem grosskörnigen Vorkommnisse von Berchtesgaden entnommen. Bei keinem der Versuche sind diese Stückchen weitergewachsen, aber auch bei keinem haben sie Wasser aufgenommen, sie sind trotz einer Einwirkungsdauer von 4—6 Monaten unverändert geblieben. Hierbei ist jedoch wesentlich, dass die angewandten mit Natriumchlorid bzw. Magnesiumchlorid gesättigten Lösungen in Bezug auf Calciumsulfat entweder gleichfalls von Anfang an gesättigt waren (143 und 146) oder durch Diffusion der Reagentien relativ rasch mit Calciumsulfat gesättigt wurden (die übrigen Versuche³⁾). Im Gegensatz zu diesem Verhalten des natür-

1) Die Versuche sind mit Nummern versehen, welche sich an jene meiner vorigen Veröffentlichung anschliessen.

2) Vater, Einfluss der Lösungsgeossen, Theil I, diese Zeitschr. 1893, **21**, 433, auf S. 445 ff.

3) G. Rose giebt a. a. O. über das Verhalten des Anhydrits in gesättigter Natriumchloridlösung an: »Bei grösseren Anhydritkrystallen und bei gepulvertem natürlichen Anhydrit ändert sich nicht aller Anhydrit um, aber Gyps bildet sich stets.« Diese von dem obigen Befunde etwas abweichende Angabe erklärt sich aus der Versuchsanordnung von Rose. Er mischte kleine Mengen Anhydrit auf einer Glasplatte mit Natriumchlorid, fügte Wasser bis zur Lösung des Chlorids hinzu und liess dann verdunsten.

Nummer des Versuches	Reagentien	Lösungsgenossen. Die angegebenen Procente sind in 100 Theilen Lösung enthalten	+ bedeutet, dass die Krystallisationsgefässe Bruchstücke von natürlichem Anhydrit in die Lösung gegeben wurden	Die Ausscheidung des Calciumsulfates erfolgte durch:	Temperatur während der Ausscheidung 0 C.)	Die Ausscheidung bestand aus:
438	$CaCl_2 + Na_2SO_4$	25 0/0 $NaCl$	—	Diffusion	400—250	Gyps
439	(Mutterlauge von 438)	mit $NaCl$ gesättigt	—	Verdunstung	0—25	Gyps
440	$CaCl_2 + Na_2SO_4$	mit $NaCl$ gesättigt	+	Diffusion	40—25	Gyps
441	$CaCl_2 + Na_2SO_4$	mit $NaCl$ gesättigt und 3 0/0 $MgCl_2$	—	Diffusion	40—25	Gyps
442	$CaCl_2 + Na_2SO_4$	mit $NaCl$ gesättigt und 3 0/0 $MgCl_2$	+	Diffusion	40—25	Gyps
443	(Mutterlauge von 442)	mit $NaCl$ gesättigt und $MgCl_2$ von 3 0/0 bis 30 0/0 ansteigend	+	Verdunstung	0—25	Gyps
444	$CaCl_2 + MgSO_4$	35 0/0 $MgCl_2$	—	Diffusion	40—25	Gyps
445	$CaCl_2 + MgSO_4$	mit $MgCl_2$ gesättigt	+	Diffusion	40—25	Gyps
446	(Mutterlauge von 444)	mit $MgCl_2$ gesättigt	+	Verdunstung	0—25	Gyps
447	$CaCl_2 + MgSO_4$	mit $MgCl_2$ gesättigt	—	Fällung	400	$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$
448	$CaCl_2 + MgSO_4$	mit $MgCl_2$ gesättigt	—	Diffusion	45	$CaSO_4 \cdot \frac{1}{2} H_2O$

lichen Anhydrites gingen die von Hoppe-Seyler und G. Rose dargestellten und für Anhydrit gehaltenen Calciumsulfatsubstanzen bei gewöhnlicher Temperatur in concentrirter Natriumchloridlösung rasch in Gyps über.

Die Versuche 138—140 beweisen auf's Neue, dass das Calciumsulfat bei gewöhnlicher Temperatur aus einer mit Natriumchlorid gesättigten Lösung als Gyps und nicht als Anhydrit auskrystallisirt. Dies gilt nach den Versuchen 141—143 in Uebereinstimmung mit den Angaben von Spezia selbst dann, wenn gleichzeitig 3% $MgCl_2$ zugegen sind. Es ist daher die Annahme von Roth über die Bildung des Anhydrits unzulässig. Die Versuche 144—146 lassen erkennen, dass das Calciumsulfat bei gewöhnlicher Temperatur aus Lösungen, die mit Magnesiumchlorid gesättigt sind, ebenfalls als Gyps auskrystallisirt. Erst die Versuche 147 und 148 führten bei 40° bezw. 45° nicht mehr zur Bildung von Gyps, sondern liessen $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ entstehen.

Die bei den Versuchen 138—146 entstandenen Gypskrystalle zeigen ohne Ausnahme die Combination¹⁾ {010} {110} {111}. Zwillinge nach {100} traten hin und wieder auf. Die Krystalle in der gesättigten Magnesiumchloridlösung hatten bedeutend kleinere Dimensionen, wie jene in der gesättigten Natriumchloridlösung. Die Krystalle waren prismatisch nach der Axe *c*, und zwar in der Magnesiumchloridlösung noch ausgesprochener langprismatisch, als in der Natriumchloridlösung. Es entsprachen daher diese Gypskrystalle keinesweges den natürlichen in marinen Gypslagern eingewachsenen Krystallen, welche durch das Fehlen oder wenigstens durch äusserst geringe Entwicklung der Prismenzone charakterisirt sind und bei deren Zwillingen {101} die Zwillingsebene darstellt. Als Ursache dieser Verschiedenheit kommt z. Z. zweierlei in Betracht: in verdunstendem Meerwasser befinden sich ausser Natriumchlorid und Magnesiumchlorid noch zahlreiche andere Lösungsgenossen, welche möglicherweise die Krystallisation des Gypses beeinflussen, und die Ausscheidung des Gypses aus dem Meerwasser erfolgt wahrscheinlich viel langsamer als bei den Versuchen, wodurch der Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation bedeutend verstärkt werden würde²⁾. Die in den sogenannten Salzgärten entstehenden Gypskrystalle³⁾ bilden den Uebergang von den vom Verf. erhaltenen zu den natürlichen Krystallen.

e. Schluss. — Aus den mitgetheilten Versuchen folgte der Verf., dass der Anhydrit, wie bereits Hoppe-Seyler und G. Rose annahmen, zu seiner Bildung einer höheren Temperatur bedarf. Dieses Ergebniss hielt er um so mehr für richtig, als er bei der Untersuchung des Einflusses des Magnesiumcarbonates auf die Krystallisation des Calciumcarbonates (unveröffentlichte Beobachtungen) in Uebereinstimmung mit Hoppe-Seyler und späteren Autoren gefunden hatte, dass sich Dolomit ebenfalls nur bei höherer Temperatur zu bilden vermag⁴⁾. Da nun bei einer 30° C. übersteigenden Temperatur sich das

1) Die Symbole beziehen sich auf die gebräuchlichste Aufstellung des Gypses. Bei dieser verläuft die zweite Spaltbarkeit der positiven Hemipyramide und die dritte Spaltbarkeit dem Orthopinakoid parallel.

2) H. Vater, Lösungsgenossen VII, diese Zeitschr. 1899, 30, 485 auf S. 500 und S. 504.

3) Derartige Krystalle hat beschrieben A. Lacroix in Les formes du gypse des environs de Paris, Bull. de la Soc. Franç. de Min. 1898, 21, 39, und Der Gyps von Paris und die ihn begleitenden Mineralien, Nouv. Arch. du Museum, Paris 1897 (3), 9, 204. Letztere Abhandlung citirt nach dieser Zeitschr. 1899, 31, 82.

4) Einen vorzüglichen Beweis dafür, dass Anhydrit und Dolomit in der Natur unter den gleichen Bedingungen entstehen, liefert die ursprüngliche Beschaffenheit der Rauhwacke. W. Frantzen hat in der Abhandlung: »Der Zechstein in seiner ursprünglichen Zusammensetzung und der untere Buntsandstein in den Bohrlöchern bei

Calciumcarbonat vielfach als Aragonit ausscheidet¹⁾, so glaubte Verf. in der Bedingung einer höheren Temperatur die Ursache der Paragenesis von Anhydrit, Dolomit und Aragonit gefunden zu haben. In der 1894 erschienenen Abhandlung von R. Brauns »Ueber Nachbildung von Anhydrit«²⁾ wurde jedoch berichtet, dass unter dem Mikroskope durch Diffusion von Calciumchlorid- oder Magnesiumsulfatlösung in einem Tropfen von gesättigter Natriumchlorid- und Kaliumchloridlösung oder noch besser in einem Tropfen der Lösung beider Salze Anhydrit bei gewöhnlicher Temperatur entstehe. Diese Angabe liess dem Verf. seine bisherigen Ergebnisse, auch jene der Untersuchung über den Einfluss des Calciumsulfates auf die Krystallisation des Calciumcarbonates, zweifelhaft erscheinen. Allein die Durchführung der letzteren Untersuchung bestätigte seine damaligen Ergebnisse³⁾. Nunnmehr experimentell zu ergründen, wodurch die Verschiedenheit der Befunde von Brauns und ihm bedingt werden, unterlässt der Verf., da ja gegenwärtig die Bildung der oceanischen Salzablagerungen eine umfassende Untersuchung durch van't Hoff und seine Mitarbeiter erfährt. Doch wird versucht, auf Grund von inzwischen erschienenen Abhandlungen von anderer Seite die Widersprüche in den bisherigen Ergebnissen der verschiedenen Autoren zu erklären.

Nach Untersuchungen von Lacroix⁴⁾ tritt als zweites Product der Entwässerung des Gypses durch Erhitzen an der Luft eine vom Anhydrit verschiedene, trikline Modification von wasserfreiem Calciumsulfat auf, welches im Gegensatz zu dem sich sehr langsam umwandelnden natürlichen Anhydrit sich in Berührung mit Wasser rasch in Gyps verwandelt. Da nun der künstliche Anhydrit Hoppe-Seyler's bei der Entwässerung des Gypses durch Erhitzen desselben in gesättigter Natriumchloridlösung ebenfalls als zweites Product erhalten wurde, so ist anzunehmen, dass Hoppe-Seyler jene trikline Modification dargestellt hat. Dann würde es erklärlich sein, dass Hoppe-Seyler's künstlicher Anhydrit in gesättigter Natriumchloridlösung bei gewöhnlicher Temperatur rasch in Gyps übergeht, während dies der natürliche Anhydrit nicht thut⁵⁾. — Aus der genannten Darstellung G. Rose's geht hervor, dass der künstliche Anhydrit dieses Autors das erste Entwässerungsproduct $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{aq}$ gewesen ist. — Letztthin hat Fock⁶⁾ nachgewiesen, dass $\text{CaCrO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dimorph ist. Die eine Modification ist isomorph mit Gyps, die andere ist rhombisch-holoëdrisch. Daher ist unter der Annahme einer gleichen Dimorphie von $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ der Widerspruch zwischen

Kaiseroda« (Jahrb. d. königl. preuss. geol. Landesanstalt und Bergakademie f. 1894, 65) nachgewiesen, dass die jetzigen Hohlräume der Rauhwanke ursprünglich mit Anhydrit erfüllt waren.

4) Nach G. Rose. Vergl. Vater, Lösungsgenossen IV, diese Zeitschr. 1893, **24**, 378.

2) N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1894, **2**, 257. Ref. diese Zeitschr. **26**, 656.

3) Vater, Lösungsgenossen VII, diese Zeitschr. 1899, **30**, 485 und VIII, a. a. O. 1899, **31**, 538.

4) A. Lacroix, Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la déshydratation complète du gypse, Compt. rend. 1898, **126**, 360 und Sur la formation d'anhydrite par calcination du gypse à haute température, a. a. O. 553. Auszug in dieser Zeitschr. 1900, **32**, 633.

5) Vor dem Erscheinen der ebenerwähnten Abhandlung von Lacroix erwog der Verf., ob vielleicht diese Verschiedenheit dadurch hervorgerufen wurde, dass Hoppe-Seyler soeben entstandene Krystalle untersucht habe, während der Verf. »ausgetrocknete« anwendete. Es gelang jedoch nicht, diese Auffassung befriedigend durchzuführen.

6) A. Fock, chemisch-krystallographische Notizen, diese Zeitschr. 1900, **32**, 250.

den Ergebnissen der Versuche von R. Brauns und des Verfs. dadurch zu erklären, dass R. Brauns keinen Anhydrit, sondern die voraussichtlich labile rhombische Modification von $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ erhalten hat.

Ref.: H. Vater.

25. J. E. Hibsche (in Tetschen-Liebwerd): **Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt II (Rongstock-Bodenbach)** (Tschernak's min. u. petrogr. Mitth., herausgegeben von Becke, Wien 1900, 19, 4—99).

Die Abhandlung enthält einige erwähnenswerthe Mittheilungen über Mineralvorkommen auf dem untersuchten Kartenblatte. Analcim, gute Krystalle, bis 45 mm Durchmesser, in Hohlräumen der Gauteitgänge am Kahlen Berge südl. von Jakuben; Augit, als basaltischer Augit im Basalttuff bei Leissen, als titanhaltiger Augit in grossen Krystallen als Gemengtheil von Monchiquiten am Kahlen Berge und a. a. O.; Calcit, grosse Krystalle im Gauteit des Kahlen Berge; Chrysokoll im Tertiärsandsteine des Köhlergrundes am Contacte mit Essexit; Grünerde, »eine Gangspalte im Basalttuff ausfüllend«, im Prosselsner Thale; Hornblende in losen Krystallen aus schlackig-porösem Basalt bei Mörkau und in grossen Krystallen in Monchiquitgängen bei Rongstock; Iddingsit, als Pseudomorphose nach Olivin, an vielen Orten in Basalt. Natrolith, am Kahlen Berge südl. Jakuben, in dreierlei Form: 1) grosse prismatische Krystalle {440} {444} in Hohlräumen von Sodalith-Gauteit, untersucht von Hersch¹⁾; 2) kleine nadelförmige Krystalle, in Verbindung mit Nephelinbasalt; 3) gangförmig in stengeligen Aggregaten in Nephelinbasalt. Thomsonit, in einem Gauteitgänge am Kahlen Berge bei Jakuben; Titanit, bis 4 mm grosse honiggelbe Krystalle im Sodalithtephrit des Hohen Stein; Zinkblende, auf Klüften von Sandstein und in einer Hornfelsbreccie »am Umfange des Essexitstockes« im Köhlergrunde.

Ref.: W. Salomon.

26. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): **Ueber regelmässige Verwachsungen von Arsen und Arsenblüthe** (Ebenda 102—105).

Verf. beobachtete, dass künstliche Kryställchen von Arsen, die wahrscheinlich an einem etwas feuchten Orte lange Zeit aufbewahrt worden waren, sich mit einem Ueberzuge von sehr kleinen Arsenolithkryställchen bedeckt hatten. Die letzteren sind selten als deutliche, meist als stark abgeplattete, blättchenartige Oktaëder entwickelt und auch wirklich optisch isotrop. Die Arsenkryställchen sind 2—4 mm grosse, nach {0001} ausgedehnte Täfelchen mit sehr kleinen Seitenflächen {10 $\bar{1}$ 1} und {0 h hl}. Sie sind oft zu mehreren anscheinend unregelmässig, in Wirklichkeit aber meist zwillingsartig nach {01 $\bar{1}$ 2} mit einander verwachsen. Die Oktaëder der Arsenblüthe erscheinen auf der Basis als gleichseitig-dreieckige Blättchen, deren Seiten den stumpfen Kanten {0001}: {10 $\bar{1}$ 1} zugekehrt und parallel sind. Auf {10 $\bar{1}$ 1} erscheinen sie als symmetrische, eismale Trapeze, auf {0 h hl} als kleine gleichseitige Dreiecke. Dabei haben, wie durch gleichzeitige Reflexion am Goniometer nachgewiesen wurde, fast alle Kryställchen von Arsenblüthe und zwar auf allen drei Flächenarten des Arsens die gleiche Orientirung. Zuweilen zerfällt eine Basisfläche des Arsens in zwei oder mehr, meist auch ungleiche Centraldistanz besitzende Felder, auf denen

¹⁾ Inaug.-Dissert. Zürich 1887. Vergl. diese Zeitschr. 1890, 17, 246—248.

die aufgewachsenen Blättchen um 180° gegen einander gedreht sind. Auf den entsprechenden Theilen der seitlichen Randflächen ist dann ihre Orientirung gleichfalls entsprechend geändert. Der Verf. erschliesst daraus eine bisher unbekannte Verzwillingung des Arsens nach {0001}.

Es gelang an den Arsenkryställchen auch einfache Schiebungen ähnlich wie bei Antimon und Wismuth hervorzubringen; doch waren die dabei auf der Basis entstehenden Lamellen ihrer Lage und Begrenzung nach nicht genauer bestimmbar.

Ref.: W. Salomon.

27. A. Pelikan (in Prag): **Der Augit aus dem krystallinischen Kalksteine von Mährisch-Altstadt-Goldenstein** (Ebenda 106—110).

Derselbe: **Ueber die chemische Zusammensetzung des Pyroxens aus dem krystallinischen Kalke von Mährisch-Altstadt** (Ebenda 338—339).

Die chemische Analyse des Pyroxens durch R. v. Zeynek ergab die procentische Zusammensetzung unter I.; II. sind dieselben Zahlen, nach Abzug von Kohlenstoff und Wasser auf 100 % berechnet, III. die Molekularproportionen.

	I.	II.	III.
SiO_2	51,76	52,00	0,867
Al_2O_3	4,65	4,70	0,016
Fe_2O_3	0,35	0,35	0,002
FeO	0,69	0,71	0,010
CaO	25,78	25,92	0,463
MgO	18,35	18,45	0,462
Na_2O	0,86	0,87	0,014
H_2O	0,51	—	
C	0,52	—	
Summe	100,47	100,00	

Eine Trennung der Alkalien wurde der kleinen Mengen wegen nicht ausgeführt. Spectroskopisch wurden Na , K und Spuren von Li nachgewiesen. Bei der Berechnung blieben K und Li unberücksichtigt.

Nach der Analyse handelt es sich also um einen fast reinen Diopsid. Die in Marmor eingewachsenen Krystalle erreichen bis 2 cm Länge in der Richtung der c -Axe. Sie zeigen die Combination {100} {010} {110} {001} {021} {312}. Ausser der Spaltbarkeit nach dem Prisma sind Absonderungen nach {001} und nach {101} recht deutlich. Ausserdem wurden Spaltrisse beobachtet, die in Schnitten nach {010} mit der Trace von {100} einen Winkel von 26° bilden und einem negativen Orthodoma, wahrscheinlich {301} angehören. c ist nach vorn geneigt, $c_{Na} : c = 36^{\circ} 36'$, $c_{Li} : c = 36^{\circ} 51'$. $2E_{aNa} = 110^{\circ} 4'$; $2E_{aRoth} = 112^{\circ} 30'$ (Kupferoxydulglas). $\gamma - \alpha = 0,0157$ (mit Babinet'schem Compensator). Dieser Werth ist, wie auch der Verf. hervorhebt, auffällig klein.

Ref.: W. Salomon.

28. J. Mrha (in Wien): **Beiträge zur Kenntniss des Kelyphit** (Ebenda 111—113).

Nach einer Aufzählung der Kelyphit-Literatur stellt Verf. fest, dass in den von ihm untersuchten Vorkommnissen aus den Serpentin von Naundorf in Sachsen, Krems bei Budweis und der Rentnühle bei Steinegg fast stets nur zwei, seltener drei verschiedene Zonen der Kelyphitsubstanz zu unterscheiden

sind. Die beiden Zonen sind eine innere, den Pyrop unmittelbar umgebende »Faserzone« und eine äussere, mit dem Serpentin verwachsene, aus unregelmässig begrenzten Körnern bestehende »Körnerzone«. Grössere, sowohl in dem Pyrop, wie in dem Kelyphit und dem Serpentin gelegentlich als Einschlüsse und zwar als accessorische Gemengtheile des Serpentin gefundenen Körner erwiesen sich theils als Chromdiopsid, theils als Bronzit. Für die Untersuchung dieses letzteren und anderer Vorkommnisse rhombischer Pyroxene stellte der Verf. eine Tabelle zusammen, in der eine Curve die zu jedem Eisengehalte zugehörigen Werthe des optischen Axenwinkels angiebt. Er stützt sich dabei auf zwölf bereits chemisch und optisch bekannte Vorkommnisse rhombischer Pyroxene. In dem schon erwähnten Bronzit (Reutmühle) wurde mit dem Babinet'schen Compensator $\gamma - \alpha = 0,0104$, $\gamma - \beta = 0,0053$ gemessen und daraus $\beta - \alpha$ zu $0,0051$, $2V_\gamma = 89^\circ$ berechnet. Diesem Winkel entsprechen nach der Tabelle $14\frac{0}{10}\%$ $FeSiO_3$. In einem Korn des Chromdiopsids (Reutmühle) wurde $c:c = 39^\circ$, $\gamma - \alpha$ schätzungsweise nach dem Michel-Lévy'schen Tableau zu $0,022$ gefunden. In einem Schlicke von Naundorf ergaben sich für den Chromdiopsid $2V_\gamma = 62^\circ$.

Die Kelyphitrinde von der Reutmühle erreicht 2–3 mm Dicke. Sie lässt deutlich erkennen, dass diejenigen farblosen Körner der äusseren Zone, welche gegen die Faserzone stossen, sich »vielfach ausfransen und in dieselbe erstrecken«, so also die Fasern nur als feiner stengelig entwickelte, mineralologisch identische Aequivalente der Körner zu betrachten sind. In der Körnerzone wurde ein rhombischer und ein monokliner Pyroxen nachgewiesen. Verschiedene Durchschnitte des rhombischen liessen bestimmen:

$2V_\gamma = 66^\circ$	entsprechend	$2\frac{0}{10}\%$	$FeSiO_3$
69°	-	4	-
81°	-	9	-
75°	-	6	-

Im Mittel beträgt der Gehalt an $FeSiO_3$ also nur $5\frac{0}{10}\%$. Der Unterschied gegen den als accessorischen Gemengtheil des Serpentin auftretenden Bronzit ist auffällig und macht eine andere Entstehung wahrscheinlich. An dem monoklinen Pyroxen wurde der optische Charakter als positiv, die Auslöschungsschiefe zu 38° , $\gamma - \alpha$ zu $0,0225$ gefunden. Die zum Chromdiopsid gestellten grösseren Körner unterscheiden sich also optisch von dem monoklinen Pyroxen der Körnerzone nicht. Auch Hornblende wurde in einem Dünnschlicke von der Reutmühle in der Körnerzone constatirt. Ferner traten gelbliche bis gelblichrothe, stark lichtbrechende, isotrope Körnchen von Spinell in der Körnerzone und in der Faserzone auf.

Im Kelyphit von Naundorf sind die beiden Zonen deutlich zu unterscheiden; die innere Zone ist sehr feinfaserig. Spinell ist in der Körnerzone seltener als im Kelyphit der Reutmühle. Rhombischer Pyroxen scheint zu fehlen. Dagegen sind viel monokliner Pyroxen ($2V_\gamma = 58^\circ$) und Hornblende vorhanden. Daneben kommt auch Biotit vor.

Im Kelyphit von Krems und zwar von demselben Fundorte, von dem Schrauf's Material stammt, zerfällt die Körnerzone meist wieder in zwei verschiedene Zonen, so dass also im Ganzen drei unterschieden werden können. Ausserhalb der Faserzone folgt nämlich eine Zone von Hornblende und ausserhalb dieser meist noch eine Zone von Körnern monoklinen Pyroxens mit wenig rhombischem Pyroxen. Die Spinelle entsprechen der Menge und hellgrünlichen

Farbe nach dem Vorkommen von Naundorf. Im monoklinen Pyroxen wurde an zwei Durchschnitten $2V_j = 55^\circ$ bzw. 58° gefunden. Für die Hornblende ergab sich:

c > b > a
 lichtrothbraun lichtgelbbraun nahezu farblos (bläulichweiss),

$c:c = 42^\circ$. Der Winkel der optischen Axen dürfte annähernd 90° betragen.

Der Kelyphit ist also thatsächlich ein Gemenge von eisenarmem Bronzit oder Enstatit, von monoklinem Pyroxen, Hornblende und Picotit.

Die vorstehenden Ergebnisse wurden auch chemisch controlirt und bestätigt, so mühsam sich das auch bei der schwierigen Abtrennung des Serpentin's gestaltete. Von den verschiedenen analytischen Bestimmungen und darauf basirenden Berechnungen können hier nur die Hauptergebnisse mitgetheilt werden.

Zur chemischen Untersuchung wurde der Kelyphit von der Reutmühle verwendet. Bei der Aufschliessung blieb stets eine gewisse Spinellmenge zurück, die getrennt analysirt werden musste. Unter Berücksichtigung dieses Spinells ergaben zwei Analysen (I. und II.) die folgende Zusammensetzung des Kelyphits; unter III. und IV. sind die besonderen Spinellanalysen mitgetheilt.

	I.	II.	III.	IV.
<i>SiO</i> ₂	44,08	44,46	—	—
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	45,29	45,46	54,38	51,29
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	4,46	4,20	6,80	6,97
<i>Cr</i> ₂ <i>O</i> ₃	2,58	2,68	12,42	12,37
<i>FeO</i>	4,01	4,01	9,42	9,34
<i>MnO</i>	0,36	0,42	—	—
<i>CaO</i>	4,77	4,70	—	—
<i>MgO</i>	25,39	25,68	49,85	49,94
Glühverlust	0,92	0,92	—	—
Summe	98,56	99,23	99,70	99,85

Für den Spinell ergibt sich daraus die Formel:



Aus den aufgeführten Zahlen berechnet der Verf. ferner für die beiden Analysen getrennt die Procentzahlen für die Zusammensetzung des aufgeschlossenen Theiles aus monoklinem Pyroxen, Bronzit und Spinell, sowie die procentische Zusammensetzung dieser drei Bestandtheile für sich allein.

Es ergibt sich dabei aus dem hohen *Al*₂*O*₃- und *Fe*₂*O*₃-Gehalte, dass der monokline Pyroxen zum eigentlichen Augit zu stellen ist.

Analyse I.

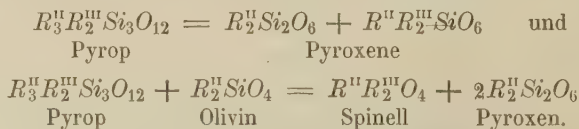
	Augit:	Bronzit:	Spinell:	Augit:	Bronzit:	Spinell:
<i>SiO</i> ₂	42,6	33,7	—	54,4	51,7	—
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	4,0	5,3	4,4	4,1	8,4	51,2
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	0,5	2,7	0,6	2,4	4,1	6,9
<i>Cr</i> ₂ <i>O</i> ₃	0,2	—	4,1	0,8	—	42,8
<i>FeO</i>	0,6	2,0	0,8	2,5	3,0	9,3
<i>MnO</i>	—	0,4	—	—	0,6	—
<i>CaO</i>	5,4	—	—	22,0	—	—
<i>MgO</i>	4,2	24,0	4,7	47,4	32,2	49,8
Summe	24,5	65,4	8,6	100,3	99,7	100,0

Analyse II.

	Augit:	Bronzit:	Spinell:	Augit:	Bronzit:	Spinell:
SiO_2	43,3	34,9	—	50,4	51,0	—
Al_2O_3	4,3	6,4	4,5	4,8	9,3	54,7
Fe_2O_3	0,6	2,9	0,2	2,2	4,2	6,9
Cr_2O_3	0,6	—	0,37	2,2	—	12,7
FeO	0,7	2,0	0,25	2,7	2,9	8,6
MnO	—	0,5	—	—	0,7	—
CaO	5,5	—	—	20,9	—	—
MgO	4,4	2,7	0,57	16,7	31,7	19,6
Summe	26,4	68,4	2,89	99,9	99,8	99,5

Endlich ergibt sich unter Zurechnung des besonders analysirten Spinells, dass der Kelyphit von Reutmühle aus $19-17\frac{0}{0}$ Spinell, $23-22,5\frac{0}{0}$ Augit und $58-58,5\frac{0}{0}$ Bronzit besteht. Bei diesem letzteren ist übrigens, wie auch der Verf. hervorhebt, der sehr hohe Thonerdegehalt bei dem geringen Gehalte an FeO recht auffällig.

Becke stellte seiner Zeit für die Umsetzung aus Pyrop und Olivin in Spinell und Enstatit die Formel auf: $Mg_3Al_2Si_3O_{12} + Mg_2SiO_4 = Al_2MgO_4 + Mg_4Si_4O_{12}$. Es würde sich dann das procentische Verhältniss des Picotits zu den Pyroxenen wie 1 : 2,8 ergeben, während es in Wirklichkeit 1 : 5,5 ist. Das erklärt sich daraus, dass neben den Magnesia-Kalk-Eisensilicaten hier auch Thonerde-, Eisen-oxyd- und Chrom-haltige Silicate von der Formel $R''R_2'''SiO_6$ entstanden sind. Der Verf. stellt daher die folgende Umsetzungsformel auf:



Mit dieser Formel stimmen die beobachteten Zahlen gut überein.

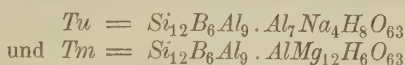
Ist nun der Kelyphit eine Contactbildung von Pyrop und Olivin, so musste der Spinell sich in grösserem Maasse in der Nähe des thonerdehaltigen Urminerals herausbilden und somit in der Faserzone häufiger sein als in der Körnerzone, während die sowohl aus dem Pyrop wie aus dem Olivin entstandenen Pyroxene in beiden Zonen ziemlich gleichmässig entstanden. Die Faserzone erklärt sich der Verf. »durch die gleichzeitige Bildung und Durchwachsung dreier Minerale, die sich in ihrer Ausbildung behinderten, entstanden«.

Ein weiteres interessantes Ergebniss ist der eingehend geführte Nachweis, dass bei der Umsetzung $\text{Pyrop} + \text{Olivin} = \text{Spinell} + \text{Pyroxen}$ die Grösse der Molekularvolumen-Summe nicht abnimmt wie bei dynamometamorphen Umwandlungen, sondern wächst. Der Verf. erklärt das dadurch, dass der Gleichgewichtszustand zwischen den in der Tiefe in dem Olivinmagma unter hohem Drucke gebildeten Pyropen und dem Olivin, als das Magma unter geringeren Druck gelangte, gestört worden sei. »Das Resultat dieser Störung war die Ausbildung einer Contactzone von Mineralen mit grösserem Molekularvolumen.«

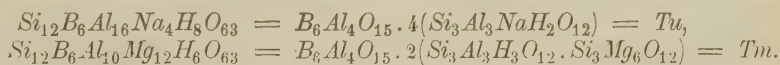
Ref.: W. Salomon.

29. G. Tschermak (in Wien): **Ueber das Mischungsgesetz der Turmaline** (Tschermak's min. u. petrogr. Mitth., herausgegeben von Becke, Wien 1900, 19, 455—464).

Die hier zu besprechende Abhandlung ist mittlerweile durch einen in dieser Zeitschrift erschienenen neuen Aufsatz desselben Verfs. über dasselbe Thema überholt worden ¹⁾, der sich insbesondere gegen die Ausführungen von Penfield ²⁾ wendet. Es mögen infolgedessen hier wesentlich nur die Punkte kurz behandelt werden, die in der zweiten Abhandlung nicht oder doch weniger eingehend besprochen worden sind. Nach einer Auseinandersetzung über die Entstehung und Begründung der von Riggs und Wülfing aufgestellten Formeln für die im Turmalin enthaltenen chemischen Verbindungen (*Tu* bzw. *Tm*) und nach einer Discussion der zwei neuen Turmalinanalysen von Penfield und Foote, kommt der Verf. zu dem Schlusse, dass die allermeisten Turmaline in der That eine isomorphe Mischung der von Riggs und Wülfing zuerst erkannten Verbindungen



seien. Die von Penfield und Foote angenommene Formel der nach diesen Forschern im Turmalin enthaltenen Säure $Si_4B_2Al_3H_{11}O_{21}$ hält er für unrichtig. Er zeigt ferner, wie schon bei einer früheren Gelegenheit ³⁾, dass in den beiden Verbindungen *Tu* und *Tm* eine Gruppierung vorgenommen werden kann, die den einen Theil beider als ein und dasselbe Borat, den anderen in *Tu* als Paragonit, in *Tm* als idealen Meroxen, in dem das *K* durch *H* ersetzt ist, erscheinen lässt.



Nun gibt es aber vier neue Analysen magnesiareicher Turmaline, die sich nicht als isomorphe Mischungen von *Tu* und *Tm* auffassen lassen; und für diese sucht der Verf. zu zeigen, dass sie noch eine dritte, dem Phlogopit entsprechende Verbindung *Tn* enthalten. Er schreibt sie:



Es wird ferner hervorgehoben, dass eine Beziehung zwischen Glimmer und Turmalin auch durch das petrographische Verhalten beider bestätigt werde, dass die häufigste und am besten bekannte Pseudomorphose des Turmalins die von Glimmer nach Turmalin ist, ja dass auch die Paragenesis der beiden Mineralien in manchen besonderen Fällen deutliche Beziehungen aufweist (Auftreten von Turmalin bzw. Phlogopit in Kalkstein und Dolomit).

Ref.: W. Salomon.

30. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): **Künstlicher Korund** (Ebenda 463—466).

Die bei dem H. Goldschmidt'schen Verfahren zur Reduction von Metalloxyden gebildeten Korundkrystalle sind bis zu 1 cm breite, meist sehr dünne Tafeln nach {0004}, mitunter mit guten Randflächen {1011}. Es wurden Contactzwillinge nach {1010} beobachtet. Die Farbe ist gewöhnlich gelbgrau, bei

1) 1904, 35, 209—224.

2) Diese Zeitschr. 1900, 33, 527—544.

3) Lebrb. d. Mineralogie IV. Auflage, 1893, S. 485.

der Chromdarstellung aber tief bläulichroth. Bei dieser letzteren wurden in Hohlräumen der Schlacke auch feine, nach der dreizähligen Axe verlängerte, spiessförmige Kryställchen von 5—6 mm gebildet. Diese bestehen aus »zahlreichen, nach jener Richtung an einander gereihten, nach dem oberen Ende hin immer kleiner werdenden Kryställchen der Form $\{10\bar{1}1\}$, welche steile Pyramiden zweiter Ordnung nachahmen«. Der Pleochroismus der künstlichen Rubine ist lebhaft: *o* pfirsichblüthroth bis bläulichroth, *e* blassröthlichgelb bis strohgelb und grünlichgelb. Härte der vom Verf. untersuchten Krystalle gleich der klarer Saphire.

Ref.: W. Salomon.

31. F. Becke (in Wien): **Whewellit von Brüx** (Tschermak's min. u. petr. Mitth., herausgeg. von Becke, Wien 1900, 19, 166).

Neuer Fund von wasserhellen, bis 1 cm grossen flächenreichen Krystallen, meist Zwillingen, in 2 km Entfernung von dem alten Fundorte¹⁾.

Ref.: W. Salomon.

32. A. Frenzel (in Freiberg i. S.): **Argyrodit ist Breithaupt's Plusinglanz** (Ebenda 244—245).

Verf. fand in der Revierversammlung des Königl. Bergamtes das Original zu Breithaupt's Plusinglanz, das von Simon Bogner's Neuwerk stammt. Das Verhalten vor dem Löthrohre stimmt genau mit dem des Argyrodits von Himmelfürst überein. Der Silbergehalt beträgt 76,23 $\frac{1}{100}$. Die Farbe ist eisenschwarz, auf frischem Bruche eisenschwarz bis schwärzlichblaugrau. In seinem Aussehen stimmt er nicht mit dem Himmelfürster, wohl aber mit dem bolivischen Argyrodit überein.

Ref.: W. Salomon.

33. V. Neuwirth (in Göding): **Ueber ein neues Apophyllit- und Heulanditvorkommen im mährischen Gesenke** (Ebenda 336—338).

Bei Siebenhöfen nördlich von Wermsdorf bei Zöptau fanden sich in Klüften, aufgewachsen auf magnetitführendem Hornblendeschiefer, Apophyllit- und Heulanditkrystalle. Die ersteren sind nach der Basis dicktafelförmig entwickelt und erreichen bis 1,5 cm Durchmesser bei 6 mm Dicke. Farbe rosenroth; durchscheinend bis undurchsichtig. Von Formen wurden (ohne Messung) bestimmt: $\{111\}$, $\{001\}$, $\{100\}$, ferner eine sehr flache Deuteroipyramide. Qualitativ wurden durch Haselbach *Si*, *H₂O*, *Ca*, *K*, *F* nachgewiesen. Das Vorkommen ist für das mährische Gesenke neu.

Die Heulanditkrystalle sind nach $\{010\}$ dicktafelförmig entwickelt und mit einer Fläche von $\{010\}$ aufgewachsen. Der grösste ist 13 mm lang, 5 mm breit, 10 mm dick. Farbe grünlichweiss; durchscheinend. Durch Vergleichung mit den im Habitus gleichen Krystallen von Paterson, Le Palle und Campsie Hills wurden constatirt: $\{010\}$ $\{201\}$ $\{2\bar{0}1\}$ $\{110\}$ $\{021\}$ (Aufstellung nach Des Cloizeaux). $\{021\}$ tritt nur sehr untergeordnet auf.

Ref.: W. Salomon.

34. A. Pelikan (in Prag): **Pseudomorphose von Edelopal nach Gyps** (Ebenda 339—340).

¹⁾ Diese Zeitschr. 1900, 33, 632.

Klumpen von Edelopal in feinem Thon am Barcoo-River (Queensland) sind offenbar Verdrängungspseudomorphosen nach Gypsgruppen. Die frei aus den Klumpen herausragenden Krystallenden haben die Gestalt von Gypskrystallen der Combination $\{111\} \{11\bar{1}\}$. Auch eine Aufblätterung nach (010) ist erkennbar, die, weil häufig nur einseitig eingetreten, den Krystallen ein unsymmetrisches Aussehen giebt. Von dem ursprünglichen Mineral ist nichts erhalten¹⁾.

Ref.: W. Salomon.

35. F. Berwerth (in Wien): **Grosser Diamantkrystall aus dem Capland** (Ebenda 340—341).

Krystall von 82,5 W. Karat und 2,4—2,8 cm Länge in der Richtung der Axen. Die auf den Oktaëderflächen auftretenden natürlichen Aetzfiguren stimmen genau mit den von Becke am Magnetit studirten überein, so dass der Verf. Zugehörigkeit zur Holoëdrie annimmt.

Ref.: W. Salomon.

36. R. Koechlin (in Wien): **Ein neuer Bornitfund und andere Funde aus dem Mellitzgraben** (Ebenda 341—342).

Das Wiener Hofmuseum erhielt aus dem Mellitzgraben bei Prägraten in Tirol einen Bornitkrystall, der jedenfalls nicht von demselben Fundorte stammt, wie die in letzter Zeit bekannt gewordenen riesigen Krystalle aus der Umgebung von Prägraten. Er ist nur 6,5 mm gross und ragt zur Hälfte aus derbem, weissem Quarz heraus, auf dem noch stellenweise kleine Chloritkryställchen haften. Die Form ist die eines Triakisoktaëders, welches parallel den Oktaëderkanten so stark gestreift ist, dass der Krystall wie ein Rhombendodekaëder aussieht. Ungenaue Schimmermessungen ergaben für die langen Kanten Werthe zwischen 31^0 und 33^0 , wonach $\{552\}$ vorliegen dürfte.

Von demselben Fundorte stammen Stufen von Adular (P, x, T, l) mit Eisenrosen, Calcskalenoëdern $\{2134\}$, Chlorit und Bergkrystallen. Die Mineralassociation sitzt auf einem epidot- und chloritreichen Gesteine mit deutlicher Lagerstructur auf.

Ref.: W. Salomon.

37. Derselbe: **Ueber ein neues Vorkommen von farblosem Titanit** (Ebenda 342—344).

Im Wiener Hofmuseum befindet sich ein Stück aus der Teuflerklamm, Floienthal in Tirol, das auf porösen Feldspathmassen mit Muscovit und Chlorit theils vollständig farblose, durchsichtige kleine, theils graue grössere Titanitkrystalle zeigt. Die Krystalle sind dicktafelig nach $\{10\bar{2}\}$, entsprechen dem Typus der Fig. 1 des Titanits in Naumann's Mineralogie, Aufl. 13, S. 758 und zeigen bei Aufstellung und Bezeichnung nach Busz folgende Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $x\{10\bar{2}\}$, $y\{10\bar{1}\}$, $l\{110\}$, $m\{130\}$, $r\{011\}$, $s\{11\bar{1}\}$, $n\{12\bar{3}\}$, $i\{112\}$, $t\{121\}$.

l und x herrschen vor. Eine Tabelle der infolge subparalleler Verwachsung vieler Individuen nicht sehr genauen Winkelmessungen ist der Arbeit beigegeben.

Ref.: W. Salomon.

¹⁾ Diese Pseudomorphose ist wahrscheinlich identisch mit dem von Weisbach (s. diese Zeitschr. 33, 182) als Pseudomorphose nach Schwefel gedeuteten Vorkommen.

38. J. M. Polak (in Prag): **Ueber Kalkspathkrystalle aus der Umgebung von Prag** (Tschem. min. u. petr. Mitth., herausgeg. von Becke, Wien 1900, 19, 277—290 mit Taf. III).

Sein Hauptaugenmerk richtete Verf. auf Krystalle von doppelter Bildung. Mehrere solche liegen von Hlubotschep. vor. Der Kern ist bei ihnen durchwegs dunkler gefärbt als die Hülle. An ihm herrscht $\{21\bar{3}1\}$ vor. Untergeordnet finden sich $\{21\bar{3}0\}$, $\{17.9.\bar{2}6.3\}$, $\{43\bar{7}1\}$, $\{1\bar{6}71\}$. Die schmutzig weingelb gefärbte Hülle umgiebt den Kern immer nur auf einer Seite. Ihre flachen Formen sind corrodirt, besonders stark das Grundrhomboëder, weniger $\{01\bar{1}2\}$. Typische Formen der Hülle sind $\{01\bar{1}2\}$, $\{28.0.\bar{2}8.1\}$. Die einzelnen Krystalle zeigen zum Theil verschiedene Combinationen, nämlich 1) Kern: $\{21\bar{3}1\}$ $\{17.9.\bar{2}6.3\}$, $\{43\bar{7}1\}$; Hülle: $\{01\bar{1}2\}$ $\{28.0.\bar{2}8.1\}$ $\{10\bar{1}0\}$ $\{40\bar{1}1\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{17.9.\bar{2}6.3\}$ $\{4156\}$. 2) Kern: $\{21\bar{3}1\}$ $\{21\bar{3}0\}$. Hülle: $\{28.0.\bar{2}8.1\}$ $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{40\bar{1}1\}$ $\{21\bar{3}1\}$. 3) Kern: $\{21\bar{3}1\}$ $\{21\bar{3}0\}$ $\{1\bar{6}71\}$. Hülle wie gewöhnlich.

Von einfachen Krystallen von demselben Fundorte wird eine Stufe hervorgehoben, bei der grosse rauchgraue Krystalle auf gelbem, erdigem Kalksteine aufsitzen. Bei ihnen herrscht $\{10\bar{1}1\}$ mit einer Kantenlänge von 2,8 cm vor. Daneben untergeordnet $\{01\bar{1}2\}$, ein etwas steileres Skalenoëder an den Seiten-ecken, ein anderes an den Mittelkanten. An einem Krystalle untergeordnet $\{13.0.\bar{1}3.1\}$. An einer anderen Stufe zeigen die Krystalle neben vorherrschendem $\{10\bar{1}1\}$ $\{21\bar{3}4\}$ und $\{61\bar{7}5\}$ in Combination mit einem steilen nicht näher bestimmten Rhomboëder.

Auch von St. Prokop liegen zwei doppelte Krystalle vor. Sie sind denen vom vorigen Fundorte in allen Eigenschaften sehr ähnlich. Beim ersten zeigt der Kern $\{21\bar{3}1\}$ und eine nicht messbare Form, wohl $\{21\bar{3}0\}$. Die den Kern auch hier nur auf einer Seite umgebende Hülle zeigt: $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{10\bar{1}0\}$ und noch je ein unbestimmbares Skalenoëder und Rhomboëder. Bei dem zweiten Krystalle wird der Kern nur von $\{21\bar{3}1\}$, die Hülle von $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ gebildet.

Ein einfacher Krystall mit Fundortsangabe »Prag« zeigt $\{01\bar{1}2\}$ $\{4.3.\bar{7}.10\}$. An einfachen Krystallen von Dvorec aus Kalksteindrusen wurde die Combination $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ mit Reihen von undeutlichen Skalenoëdern zwischen den beiden Formen beobachtet. Ein anderer Krystall von dort zeigt $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{21\bar{3}1\}$, wieder ein anderer statt $\{01\bar{1}2\}$ die Form $\{21\bar{3}4\}$.

Bei Krystallen von Jarow sind Kerne von der Form $\{21\bar{3}1\}$ $\{02\bar{2}1\}$ von einer Hülle bedeckt, die stellenweise die Combination $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{04\bar{1}5\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{40\bar{1}1\}$ $\{16.0.\bar{1}6.1\}$ $\{8.1.\bar{9}.10\}$ $\{4153\}$ $\{21\bar{3}1\}$ $\{8.5.\bar{1}3.3\}$ zeigt¹⁾.

Eine tabellarische Uebersicht der Doppelkrystalle des Kalkspathes aller dem Verf. bekannt gewordenen Vorkommnisse und Betrachtungen über die Ursache ihrer Entstehung beschliessen die Arbeit.

Ref.: W. Salomon.

39. F. E. Wright (in Heidelberg): **Der Alkalisyenit von Beverley, Massachusetts** (Ebenda 308—320).

Die vorliegende Arbeit enthält eine Reihe von erwähnenswerthen Mittheilungen über Mineralien. An einem Zirkon des Hauptgesteines von nur 0,25 mm Länge und 0,4 mm Breite wurden $\{110\}$ $\{111\}$ $\{331\}$ $\{100\}$ auf dem Goldschmidt'schen zweikreisigen Goniometer mit Verkleinerung gemessen. Auch mikrochemisch wurde ZrO_2 nachgewiesen. Der Amphibol, der wichtigste und

1) Vergl. Polak, Lotos 17, 474 und diese Zeitschr. 4899, 31, 528.

verbreitetste Gemengtheil des Gesteines, wurde eingehend untersucht. Die Farbe ist dunkelgrün-schwarz, der Strich grün- bis blaugrau (Radde's Farbenskala 38 f). Spaltwinkel $55^{\circ} 29'$ (Mittel von acht Messungen), Brechungsexponent, nach Schröder van der Kolk an Spaltblättchen bestimmt, $1,74-1,72$. $\gamma - \alpha = 0,0222$, $\gamma - \beta = 0,0043$ mit Babinet'schem Compensator als Mittel von je zehn Messungen. $b = b$. $c : c = 20^{\circ} 35'$ als Mittel von sechs Messungen an einem Schnitte $\parallel (010)$, im stumpfen Winkel β der Tschermak'schen Aufstellung, jedoch wegen starker Bisectricendispersion nicht ganz genau bestimmt. Auslöschungsschiefe auf (110) $45^{\circ} 54'$ (Mittel von 46 Messungen auf Spaltblättchen im Na -Licht). $2E = 63^{\circ} 22'$ (nach der Mallard'schen Methode als Mittel von sechs Ablesungen). Hieraus berechnet $2V =$ etwa 36° . $a =$ spitze Bisectrix. $a =$ grünlichgelb, $b =$ olivengrün, $c =$ blaugrün. Absorption $c > b > a$. Der Amphibol schmilzt leicht zu einer Perle, färbt die Flamme lebhaft gelb und bläht sich durch entweichende Wasserdämpfe auf. In einer Perle von $KHSO_4$ gelöst erhält man nach Betupfen mit H_2O_2 eine deutliche Ti -Reaction. Das Mineral wurde sorgfältig isolirt und analysirt, wobei der Aufschluss nach der Jannasch'schen Borsäuremethode geschah. Die Wasserbestimmung wurde zweimal nach der Boraxmethode von Jannasch und Weingarten unter guter Uebereinstimmung gemacht. Die FeO -Bestimmung wurde dreimal nach der Pebal-Döllter'schen Methode ausgeführt. I. sind die Analysenresultate, II. die Molekularproportionen. Das spec. Gew. beträgt 3,44.

	I.	II.
SiO_2	35,42	38,56
TiO_2	4,34	4,10
Al_2O_3	8,89	5,67
Fe_2O_3	9,73	3,96
FeO	24,48	22,21
MnO	4,17	4,02
MgO	0,47	0,28
CaO	6,93	8,07
Na_2O	5,13	5,43
K_2O	3,23	2,25
H_2O	3,45	11,45
Summe	99,64	100,00

Dem Analysenresultate entspricht die Formel:



Der Verf. hebt den niedrigen Gehalt an SiO_2 , den hohen an TiO_2 , FeO und besonders von H_2O hervor. Letzterer ist um so wichtiger, als das Material vollkommen frisch war.

Das chemische Verhalten, die Auslöschungsschiefe, die Grösse des Winkels der optischen Axen und die vom Verf. an seinem Amphibol und an Hornblende-kryställchen vom Vesuv genau festgestellte und durch Abbildungen erläuterte Form und Lage der Aetzfiguren auf den einzelnen Prismenflächen zeigen, dass der untersuchte Amphibol die nächsten Beziehungen zum Barkevikit, zum Hastingsit und zum Arfvedsonit hat. Auch wird die Lage der Richtung c in Bezug auf die Aetzfiguren der Spaltflächen für einige andere Amphibole mitgetheilt und dadurch eine werthvolle Ergänzung zu der Daly'schen Arbeit gegeben.

Ref.: W. Salomon.

40. E. Weinschenk (in München): **Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten.** 2. Alpine Graphitlagerstätten (Anhang: Die Talkschiefer und ihr Verhältniss zu den Graphitschiefern). 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon (Abh. bayer. Akad. Wiss. 1900, **21**, II, 233—278 und 284—335, Taf. III—VII).

Derselbe: **Ueber einige Graphitlagerstätten.** 2. Die Graphitlagerstätten der Steyermark. 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1900, 36—44 und 174—184).

Derselbe: **Das Talkvorkommen bei Mautern in Steyermark** (Ebenda 44—44).

Der erste Theil der hier besprochenen Arbeiten¹⁾ ist bereits in dieser Zeitschrift **32**, 194—195 referirt worden. Ausserdem wolle man auch die Referate über Barvíř (in **31**, 527) und Diersche (**33**, 646—647), sowie die Arbeiten von Weinschenk (in **28**, 294—304) und Grünling (**33**, 220—228) vergleichen.

Die steyrischen Graphitlager, die den Hauptgegenstand der unter 2) ange-
gebenen Arbeiten bilden, sind im Gegensatze zu den Lagern des bayrisch-
böhmischen Waldgebirges unzweifelhaft organischen Ursprunges. Stur und
Rothpletz haben daraus echt carbonische Pflanzenreste bestimmt²⁾. Während
man aber früher allgemein den Gebirgsdruck als die Ursache der Umwandlung
der kohligten Substanz in Graphit ansah, zeigt der Verf., dass der den Graphit-
gesteinen benachbarte sogenannte »Centralgneiss« eine echte Intrusivmasse ist
und durch Contactmetamorphose den Graphit entstehen liess. Dieser tritt in
zweierlei Erscheinungsformen auf, die aber übereinstimmend so dichte Structur
besitzen, dass sie oft nicht einmal mehr den charakteristisch glänzenden Graphit-
strich zeigen und darum nicht selten für Anthracit gehalten wurden. Die eine
Varietät bildet eine schwarze, glanzlose Masse von milder, erdiger Beschaffen-
heit. Die andere ist echtem Anthracit sehr ähnlich, ungewöhnlich hart und so
zermalm, dass es schwer fällt grössere Stücke zu erhalten. Daneben findet sich
gelegentlich auch noch Graphit von blasig-zelliger Beschaffenheit, dessen Hohl-
räume von sehr reinem, erdigem Graphit erfüllt sind. Bemerkenswerther Weise
fehlen in den steyrischen Graphitgesteinen, die der Verf. zu den Phylliten stellt
und in denen er mit Foullon Chloritoid als verbreiteten Gemengtheil nachweist,
Kaolin, Nontronit, Mog, Opal und die anderen für die bayrisch-böhmischen Ge-
steine so charakteristischen Zersetzungsproducte ganz und gar. Dagegen sind
die Graphitgesteine gern und zwar besonders im Contacte mit den benachbarten
silurischen Kalksteinen in oft mächtige und dann auch technisch bedeutsame
Schiefer aus sehr reinem Talk verwandelt. Der Verf. weist mit Recht darauf
hin, wie schwer ein derartiger Umwandlungsprocess zu verstehen ist. Die ur-
sprünglichen Gesteine bestehen wesentlich aus Quarz, Chloritoid, Chlorit, Rutil
und Graphit, das Endproduct aus reinem Talk und wenigen Rutilkörnchen.
Offenbar müssen hier magnesiareiche Lösungen aus der Tiefe aufgestiegen sein;
und thatsächlich finden sich ja auch in geringer Entfernung in den Kalksteinen
des Liesing- und Paltenthales mächtige stockförmige Massen von Magnesit und
sogen. »Pinolit«, deren Bildung der Verf. gleichfalls durch eine Zufuhr grosser
Magnesiumengen erklärt.

1) Natürlich wird an dieser Stelle von der Besprechung der nur geologisch und petrographisch wichtigen Beobachtungen abgesehen.

2) Auch dem Referenten liegen wohlherhaltene, in Graphit umgewandelte Pflanzenreste von dort vor.

Der den Graphitschiefern benachbarte silurische Kalkstein führt als accessoirischen Gemengtheil grössere, schlecht ausgebildete Krystalle eines farblosen Glimmers, der als »Natronphlogopit« bezeichnet wird. Er ist sehr spröde und zeigt ausser der vollkommenen basalen Spaltbarkeit noch die prismatische Spaltbarkeit der Sprödglimmer. Der optische Axenwinkel ist klein; die spitze Bisectrix steht sehr annähernd senkrecht auf der Basis. Häufig wurden Zwillinge nach dem Glimmergesetze beobachtet. Spec. Gew. 2,84. Doppelbrechung relativ hoch.

Chemische Zusammensetzung nach einer Analyse von L. Wunder, wie folgt: SiO_2 44,74, Al_2O_3 30,63, Fe_2O_3 2,59, MgO 5,92, CaO 1,58, K_2O 2,32, Na_2O 6,09, H_2O 5,85; Summe 99,72. Die analysirte Substanz war vorher mehrere Stunden lang auf 250° erhalten worden. Fluor ist abwesend.

Das geologische Auftreten dieses Natronphlogopits macht es nach dem Verf. sehr wahrscheinlich, dass er durch dieselben Processe wie der Talk entstanden ist und zwar »durch postvulkanische Processe, welche noch ziemlich lange nach der Verfestigung der Intrusivmasse ihre Thätigkeit ausüben konnten«.

Ganz analoge Lagerstätten von Graphit und Talk scheinen nach den Ergebnissen einer kurzen Orientirungstour des Verf. auch in den Waldenserthälern bei Pinerolo in den Kottischen Alpen vorhanden zu sein. Auch einige Vorkommnisse von Graphit im Ligurischen Apennin scheinen sich nach Proben, die der Verf. erhielt, ähnlich zu verhalten. In den Waldenser Graphitgesteinen tritt ein Chloritoid von auffallend niedriger Doppelbrechung, nämlich höchstens 0,003 auf. Axenwinkel 50° — 60° . Starke Lichtbrechung. c lichtgelbgrün, a und b bläulichgrün.

Der Graphit der Insel Ceylon tritt auch nach Grünling's Beobachtungen an Ort und Stelle und nach den vom Verf. an den Grünling'schen Stufen durchgeführten Untersuchungen, wie es schon Walther, Zirkel und Diersche angaben¹⁾, nur in Gängen auf. Er hat nicht immer die blätterig-stengelige Beschaffenheit, die für die meisten in den Sammlungen liegenden Stufen so charakteristisch ist. Es finden sich vielmehr auch dichte bis feinschuppige, richtungslos struirierte Varietäten, die durch Gebirgsdruck aus den blätterig-stengeligen Abarten entstanden sind. Den auffallenden Mangel an mechanischen Druckwirkungen in den von den Graphitgängen einigermaßen entfernten Granuliten Ceylons erklärt der Verf. dadurch, dass bei allen Gebirgsbewegungen die Verschiebungen innerhalb des weichen, leicht zerreibbaren Graphites der Gänge stattfanden²⁾. Dadurch wurden dann eben die blätterig-stengeligen Varietäten in die schuppigen und dichten, für die Bleistiftfabrikation wichtigen umgewandelt.

Mit dem Graphit zusammen und von ihm umschlossen finden sich nach dem Verf. Quarz, Pyrit, Rutil, Orthoklas (mit Plagioklasspindeln), Apatit, Biotit, gemeiner Augit und Calcit, letzterer allerdings wohl als gleichzeitige Bildung mit dem Graphit. Rings um Nebengesteinsbruchstücke setzt sich der Graphit radialstrahlend ab, so dass den Cocardenerzen analoge Bildungen entstehen.

Was die Genesis der Graphitgänge betrifft, so macht es der Verf. wahrscheinlich, dass in der pneumatolytischen Phase nach der Intrusion der nach ihm unzweifelhaft eruptiven Granulite Kohlenoxyd bezw. Kohlenoxydverbin-

1) Auch Coomara-Swamy (Quart. Journ. Geol. Soc., London 1900, **56**, 590—615; ref. diese Zeitschr. **36**, 87) kommt zu derselben Auffassung.

2) Parkinson (Quart. Journ. Geol. Soc., London 1904, **57**, 198—240) hebt ebenfalls das Fehlen von Druckwirkungen in den Granuliten hervor, kennt aber offenbar die Grünling-Weinschenk'schen Untersuchungen überhaupt nicht.

dungen und Cyanverbindungen gasförmig oder in Lösung in den Spalten des erstarrenden Granulits aufgestiegen seien und durch chemische Reactionen den Graphit ausgeschieden hätten. Der Verf. kommt daher auch zu dem Schlusse, dass ein Stickstoffgehalt eines Graphits oder einer graphitähnlichen Substanz keineswegs ein Beweis für organische Herkunft des betreffenden Materials sei.

Während, wie schon hervorgehoben, die Granulite Ceylons in einigemassen grösserer Entfernung von den Graphitgängen keine mechanischen Deformationen aufweisen, sind sie in unmittelbarer Nähe der Gänge und in Bruchstücken, die von dem Graphit umschlossen werden, zertrümmert und zersetzt und zwar sehr bemerkenswerther Weise in ganz ähnlicher Art, wie die Gesteine der bayerisch-böhmischen Graphitlagerstätten. Auch hier tritt der sonst so seltene Nontronit auf. Kaolin, glimmerige Mineralien, Chlorit und ein isotropes Mineral, wahrscheinlich Opal, entstehen aus Pyroxen, Plagioklas, Biotit und Granat, während der Orthoklas relativ frisch bleibt. Dabei sind diese Veränderungen offenbar nicht auf die Atmosphären zurückzuführen, da sie sich in ganz gleicher Ausbildung auch bei den frisch gebrochenen Gesteinen der untersten Abbauregionen nachweisen liessen.

Der Verf. erhielt von A. J. Moses eine Anzahl Graphitstufen von Ticonderoga (New York) zum Vergleiche. Auch unter diesen befanden sich einzelne Stücke, die unbedingt auf einen pneumatolytischen Ursprung des Graphits hinweisen, nämlich Pegmatitdrusen, in welchen auf wohlbegrenzten Orthoklaskrystallen Graphitkrystalle frei aufsitzen.

So kommt der Verf. auf Grund seiner gesammten Untersuchungen über die Graphitlagerstätten im Gegensatze zu der früher allgemein verbreiteten Anschauung zu dem Schlusse, dass »der Graphit nicht das normale Endglied der Reihe der Kohlengesteine darstellt, dass Kohle nicht durch allmählich wirkende Processe zu Graphit wird, sondern dass stets besonders energische Spuren vulkanischer Thätigkeit zu verfolgen sind, wo es zur Bildung von Graphit gekommen ist«.

Es kann nicht unerwähnt bleiben, dass des Verfs. Anschauungen mehrfach Widerspruch erfahren haben und zwar durch Barvíř (l. c.) hinsichtlich der böhmischen, durch Vacek hinsichtlich der steyrischen und durch Jaczewski besonders hinsichtlich der sibirischen, aber auch der Passauer und Ceylonesischen Graphitlagerstätten. Doch ist es an dieser Stelle nicht möglich, auf die Gründe dieser Autoren und die Gegengründe, die der Verf. ihnen entgegenstellt, einzugehen.

Ref.: W. Salomon.

41. A. Bodmer-Beder (in Zürich): **Durch Gebirgsdruck gebogene Quarzkrystalle** (Centralblatt für Min., Geol. u. Pal. 1900, 81—84).

Der Verf. untersuchte drei im Sericitschiefer des Somvixerthales (Bündner Oberland) gefundene gebogene Quarzkrystalle. Ein Krystall zeigte zwei Biegungen, zwei zeigten nur eine Biegung, welche nicht nur äusserlich, sondern auch innerlich durch die optische Orientirung nachzuweisen sind. An den Stellen der Biegung der sonst wasserhellen Quarzkrystalle werden trübende Partien hervorrufofende langgestreckte Einschlüsse oder Hohlräume wahrgenommen, wo gleichzeitig undulöse Auslöschung oder Felder von verschiedener optischer Orientirung ohne äussere Risse auftreten. Die gebogenen Quarzkrystalle zeigten leichte Trennungsflächen parallel einer Fläche des positiven und negativen Haupthomööders, wo auch gewisse Translationsstreifen, ähnlich den von Mügge in Eis-

krystallen beschriebenen, parallel einer Kante der sechsseitigen Pyramide beobachtet werden. Der Verf. gelangt zu folgenden Schlüssen:

1. Die Quarzkrystalle sind durch Gebirgsdruck deformirt, und zwar durch zwei zeitlich zu unterscheidende Druckrichtungen.

2. Der Druck erzeugte eine versteckte Schieferung, welche sich in den senkrecht oder schief darauf gelegten Dünnschliffen durch reihenweise angeordnete Hohlräume resp. liquide Einschlüsse, Stauungsklüftchen etc. kundgibt.

3. Als Gleitflächen sind entsprechend den beiden Druckrichtungen wesentlich zwei dem positiven und negativen Rhomboëder angehörige Flächen bestimmt worden.

4. Formen und Lage der Einschlüsse resp. Hohlräume deuten auf einen plastischen Aggregationszustand des Quarzes während des Druckes.

5. Die diesen Quarzkrystallen zugeschriebene Eigenschaft der Bruchlosigkeit ist nur relativ aufzufassen.

[Ref. kann nach Einsicht der Originalpräparate vollständig die in Rede stehende interessante Erscheinung bestätigen, obwohl er zu den vom Verf. gezogenen Schlüssen bemerken möchte, dass die Erscheinung anstatt durch Gebirgsdruck, durch ein gestörtes Wachsthum der Krystalle erklärt werden könnte. Der vom Verf. gefundene Fall kann zu Zweifeln über die gewöhnliche Structur des Quarzes führen, und liesse eher auf eine niedrigere Symmetrie, als gewöhnlich angenommen wird, schliessen, wie schon aus anderen Beobachtungen bereits hervorgegangen ist. Die anormale Ausbildung der Krystalle zeigt sich auch hier besonders geeignet, über die Structur und Symmetrie besseren Aufschluss zu gewinnen.]

Ref.: C. Viola.

42. E. Kaiser (in Berlin): **Mineralogische Notizen** (Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 94—98).

1. Quarzzwilling mit gekreuzten Axen von Trarbach a. d. Mosel, Rheinprovinz. In der »Krantz'schen Sammlung« im mineralogischen Museum der Universität Bonn befindet sich eine Verwachsung zweier 5 mm langer säulenförmiger Krystalle von milchweisser Farbe, welche nur die Flächen $r = \{10\bar{1}0\}$, $Z = \{40\bar{1}4\}$, $P = \{0\bar{1}44\}$ zeigen. Die einzelnen Individuen sind selbst verzwillingt unter Parallelstellung der Hauptaxen beider Individuen. Die beiden säulenförmigen Quarzkrystalle stehen nun so in Zwillingstellung gegen einander, dass die Hauptaxen ungefähr einen rechten Winkel bilden. Die Ebene der Hauptaxen liegt parallel $\{11\bar{2}0\}$. Entweder tritt hier eine Fläche von $\{03\bar{3}4\}$ oder eine annähernd hierzu senkrecht stehende Fläche von $\{9.0.9.11\}$ als Zwillingsebene auf $[(9.0.9.11):(30\bar{3}4) = 90^\circ 17']$. Bei der Zwillinggruppe treten nun die Flächen $\{40\bar{1}0\}$ so zurück, dass die Flächen von $\{10\bar{1}1\}$ und $\{0\bar{1}11\}$ fast aneinander stossen unter Bildung von einspringenden Winkeln.

Beobachtet:	Berechnet unter Annahme einer Zwillingserwachsung nach	
	$\{03\bar{3}4\}$	$\{9.0.9.11\}$
$\alpha : \alpha = 16^\circ 18'$	$16^\circ 20,8'$	$16^\circ 2,2'$
$P : \bar{P} = 11 \quad 0,3$	$11 \quad 4,2$	$11 \quad 38,2$

Den Berechnungen liegt das aus der Beobachtung an den Krystallen berechnete Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,1051$ zu Grunde.

2. Senarmontit und Valentinit von der Grube Casparizeche bei Arnsberg (Westfalen). In den Drusen und Höhlungen der strahligen

und stengeligen Aggregate des Antimonglanzes zweier Stufen im mineralogischen Museum der Universität Bonn zeigen sich strohgelber bis schwefelgelber Antimonocker, Senarmontit und Valentinit. Senarmontit erscheint in kleinen, 1 mm grossen, wasserklaren oder licht milchweiss getrübbten, auch hell bläulich gefärbten Oktaëdern mit gekrümmten Flächen. Parallelverwachsung der Oktaëder. Lebhafter Glanz infolge der Spaltbarkeit nach {111}. Valentinit tritt in kleinen büschelförmigen und radialstrahligen Aggregaten auf. Aeltere Angaben von Flussspath sind wohl auch als Senarmontit zu deuten.

3. Kieselzinkerz von Laurium. Auf einigen Stufen des mineralogischen Museums der Universität Bonn wurden neben derbem Kieselzinkerz Krystalle beobachtet: Comb. {110} {010} {011} {101}, Habitus tafelig nach {010}, aufgewachsen mit dem antilogen Pol. Verwachsung zu garbenförmigen Büscheln derart, dass allen Individuen die Brachydiagonale gemeinsam ist.

Ref.: Erich Kaiser.

43. R. Scheibe (in Berlin): Arsenikalkies aus dem Radauthal im Harz (Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 119—120).

Im Gabbro des Radauthales setzt ein 30 cm mächtiger Gang saiger mit Streichen in h. 8 auf. Gangart ist im wesentlichen grobspäthiger Kalkspath, in dem neben untergeordneten Butzen von Blande, Kupferkies und Bleiglanz bis kopfgrosse Knollen weissen, undeutlich stengeligen Erzes der Zusammensetzung (Analyse von Klüss): 70,16 *As*, 0,29 *Sb*, 1,20 *S*, 23,75 *Fe*, 4,13 *Co*, 0,20 *Ni*, Spur *Bi*, also von kobalthaltigem Arsenikalkies sassen. Winzige, meist nicht millimetergrosse, nach {001} tafelige Kryställchen zeigen {001}, {110}, {101}, ungeordnet {011}. Die Winkel

$(011):(01\bar{1}) = 80^{\circ}14'$, $(101):(10\bar{1}) = 59^{\circ}20'$, $(110):(1\bar{1}0) = 68^{\circ}4'$ zeigen grössere Annäherung an die Werthe des Arsenkies, als an die des Arsenikalkies. Sie enthalten nach Finkener 3,5 *Co* und 7,8 *S*.

Ref.: Erich Kaiser.

44. W. Müller (in Charlottenburg): Notiz über die Krystallform von Calcium-, Baryum- und Strontiumsulfid (Ebenda 178—179).

Von E. Kunheim hergestellte Krystalle der angegebenen Sulfide erwiesen sich als regulär mit sehr vollkommener hexaëdrischer Spaltbarkeit. Derbe Aggregate besitzen tief dunkle, violette bis schwarze Farbe, hohen, fast metallischen Glanz; dünne Spaltblättchen sind fast durchsichtig; imprägnirter feiner Kohlenstaub ruft die dunkle Farbe hervor. Härte des Calciumsulfids = 3 der Mohs'schen Scala, des Baryumsulfids etwas geringer, des Strontiumsulfids etwas höher. Spec. Gew. für Calciumsulfid = 2,4—2,5, Strontiumsulfid 3,336 nach Bestimmung von E. Kunheim.

Es wurden Mischkrystalle von Calcium- und Baryumsulfid erhalten. Es ist wahrscheinlich, dass die drei Sulfide untereinander, wie auch mit dem Bleiglanz isomorph sind.

Ref.: Erich Kaiser.



XVIII. Die Krystallformen der Chloroplatinate der aliphatischen Amine,

mit besonderer Berücksichtigung ihrer morphotropen Beziehungen

bearbeitet von

A. Ries in München.

(Mit 66 Textfiguren.)

Einleitung.

Literatur.

- A. Sella, Sulle forme cristalline di alcuni sali derivati dall' ammoniaca. Mem. d. R. Accad. d. sc. di Torino, 1863 (2) **20**, 355—419.
- Th. Hiortdahl, Krystallographisch-chemische Untersuchungen. Diese Zeitschr. 1882, **6**, 456 ff. Ref. diese Zeitschr. **8**, 246 f.
- H. Topsøe, Oversigt o. d. k. Dan. Vidensk. Selsk. Forh. 1882, sowie Sitzungsber. d. Wiener Akademie 1876, **73** (II), 87 ff.
- J. A. Le Bel, Ueber die Krystallform der Chloroplatinate der Diamine. Compt. rend. 1897, **125**, 354—354. Ref. diese Zeitschr. **31**, 64.

Von den Chloroplatinaten der aliphatischen Amine ist bis in die letzte Zeit nur die Reihe der primären Amine (Methylamin—Isopropylamin) vollständig krystallographisch beschrieben worden. Eine erschöpfende Durchforschung derjenigen der Di- und Triamine ermöglichte Herr J. A. Le Bel in Paris. Derselbe stellte fast sämtliche möglichen Di- und Trisubstitutionsproducte her, welche sich durch die Combination von Methyl, Aethyl, Propyl, Isopropyl und zum Theil auch von Butyl- und Isobutylradicalen ergeben. Die Chloroplatinate der Diamine sind von ihm selbst krystallographisch untersucht worden. Er hat jedoch nur als Quintessenz dieser Untersuchungen die Axenverhältnisse und specifischen Gewichte dieser Substanzen veröffentlicht (Compt. rend. 1897, **125**, 354—354; ref. diese Zeitschr. **31**, 64).

Die Bearbeitung der Triaminchloroplatinate, welche J. A. Le Bel darstellte, wurde von Demselben dem Verf. der vorliegenden Arbeit überlassen. Um die Krystallformen dieser Körper mit denen der Diaminchloroplatinate

vergleichen zu können, war es aber nothwendig, dass auch von den letzteren eingehender der Krystallhabitus, Spaltbarkeit etc. constatirt wurden. Herr J. A. Le Bel hat zu diesem Zwecke in zuvorkommendster Weise seine Notizen, sowie noch vorhandenes Material überlassen. Dafür sei auch an dieser Stelle geziemender Dank ausgesprochen.

Die Chloroplatinate der Monamine sind zwar, wie erwähnt, bereits bis zum Isopropylaminplatinchlorid aufwärts krystallographisch untersucht worden. Ueber die Volumgewichte dieser Körper mit Ausnahme des Aethylaminplatinchlorids lagen aber keine Angaben vor. Auch die Angaben über Cohäsionsverhältnisse, Umwandlung etc. waren nur sehr unvollständig. Da zur Auffindung der gesetzmässigen Beziehungen die Vergleichung der topischen Axenverhältnisse der Glieder dieser und der übrigen Gruppen nothwendig war, so habe ich diese Salze nochmals hergestellt, und hierbei auch theilweise Ergänzungen und Berichtigungen in den krystallographischen Angaben machen können.

Die Behandlung der grossen Gruppe der Amin- und Ammoniumbasen gedenke ich in der Weise vorzunehmen, dass ich zuerst eine eingehende Beschreibung der theils zum ersten Male untersuchten, theils neu überarbeiteten Körper gebe. Bei Beschreibung und Aufzählung derselben folge ich ihrer natürlichen chemischen Ordnung; ich beginne mit den Monaminen und zwar mit Methylaminplatinchlorid, als dem am wenigsten Kohlenstoff enthaltenden Körper; hieran schliessen sich, wie auch später bei den Di- und Triaminen, die Körper mit stetig wachsender Zahl der Kohlenstoffatome.

Von zahlreichen hier behandelten Basen sind auch die Bromoplatinate, sowie analog zusammengesetzte Zinnchloridverbindungen dargestellt. Die krystallographische Beschreibung derselben erfolgt im unmittelbaren Anschlusse an die des entsprechenden Chloroplatinates.

Im Verlaufe der Untersuchungen ergab sich die Thatsache, dass zahlreiche vom Ammoniumplatinchlorid durch Substitution ihrer Wasserstoffatome durch Alkoholradicale sich ableitende Verbindungen regulär, oder pseudo-regulär krystallisiren, aber verschiedene Structur, nämlich oktaëdrische, hexaëdrische und zum Theil auch dodekaëdrische Spaltbarkeit besitzen. Es war darum nothwendig, auch die krystallographischen Verhältnisse ihrer Muttersubstanz, nämlich des Ammoniumplatinchlorids, mit besonderer Berücksichtigung von dessen Structurverhältnissen näher zu untersuchen und zu beschreiben.

Ammoniumplatinchlorid $PtCl_6[NH_4]_2$.

Kubisch. Spec. Gew. 3,065. Topsøe.

Aus heisser wässriger Lösung erhielt ich durch sehr langsame Abkühlung sehr grosse Krystalle von oktaëdrischem Habitus, an welchen das Hexaëder mit kleinen Flächen entwickelt war. Die Kantenlänge des Okta-

eders betrug an grossen Exemplaren 4 cm. Vereinzelt erhielt ich auch Zwillinge nach {111}. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {111}.

Um die Symmetrieverhältnisse festzustellen, wurden die Krystalle mit drei Lösungsmitteln angeätzt: mit Wasser, verdünnter Salzsäure und ver-

Fig. 1.

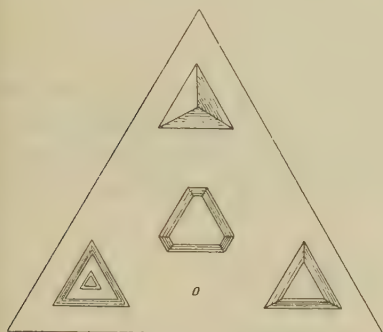
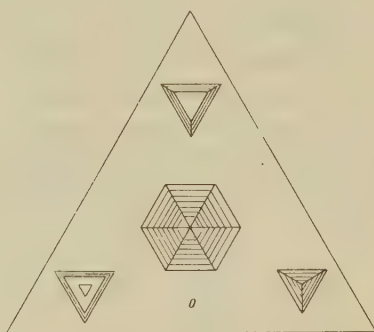
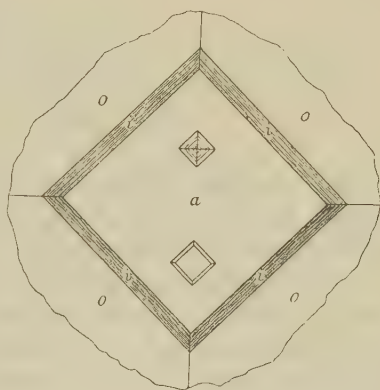


Fig. 2.



dünntem wässrigem Ammoniak. Alle Versuche ergaben das gleiche Resultat. Nach kurzem, etwa 2—5 Minuten währendem Eintauchen in das Lösungsmittel erschienen auf den Hexaëderflächen *a* quadratische Pyramiden, deren Basiskanten diagonal zu den Axen, also parallel den Kanten zwischen Oktaëder und Hexaëder verlaufen (Fig. 3); auf den Oktaëderflächen *o* treten trigonale, bisweilen hexagonale Pyramiden auf, deren Basiskanten denen des Oktaëders parallel sind (Fig. 1 und 2). Nach längerer Einwirkung des Ätzungsmittels tritt zwischen Oktaëder und Hexaëder ein sehr flaches Ikositetraëder *i* auf (Fig. 3).

Fig. 3.



Hiernach scheinen die Krystalle der hexakisoktaëdrischen Klasse des kubischen Krystallsystems anzugehören.

Beim Erhitzen verwandelt sich die hellrothgelbe Farbe der Krystalle in eine dunkelblutrothe, wobei dieselben einfachbrechend bleiben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Farbenumschlag mit dem Auftreten einer zweiten kubischen Modification in Verbindung steht, da auch bei Tetraäthylammoniumplatinchlorid beim Erhitzen die hellgelbe, doppeltbrechende Modification in eine dunkelblutrothe und einfachbrechende übergeht. Versuche, eine sprungweise Aenderung in den physikalischen Eigenschaften bei Abkühlung von 120° C. abwärts, besonders eine Verzögerung der Abkühlung zu constatiren, ergaben mir aber kein Resultat.

Monosubstituirte Chloroplatinate.

Methylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_3.CH_3]_2$.

Spec. Gew. 2,510 Ries.

Gemessen von O. Lüdecke, Habilitationsschrift, Halle 1878, S. 4 ff.

Ref. diese Zeitschr. 4, 325.

Trigonal.

$$\alpha = 79^\circ 51'.$$

Beobachtete Formen: $c\{111\}$, $r\{100\}$, $s\{11\bar{1}\}$.

Lüdecke's Krystalle waren tafelig nach $c\{111\}$ (Fig. 6), begrenzt von $r\{100\}$ und $s\{11\bar{1}\}$, oder einem regulären Oktaëder ähnliche Combinationen $c\{111\} s\{11\bar{1}\}$ (Fig. 5), bei welchen beide Formen im Gleichgewichte waren, oder tafelförmige Zwillinge nach $c\{111\}$, bei welchen $r\{100\}$ und $s\{11\bar{1}\}$

Fig. 4.

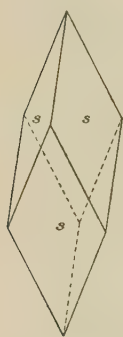


Fig. 5.

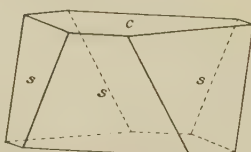


Fig. 6.

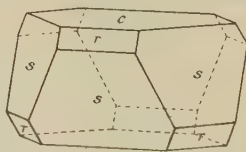


Fig. 8.

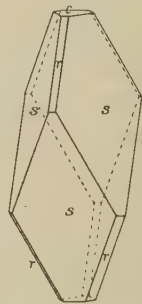
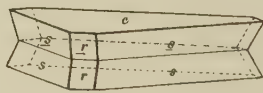


Fig. 7.



ringsum einspringende Winkel bildeten (Fig. 7). An einem aus Coffein dargestellten Präparate wurden bei langsamem Verdunsten der wässerigen Lösung einfache Rhomboëder $s\{11\bar{1}\}$ erhalten (Fig. 4).

Die von mir beim langsamen Erkalten einer heiss gesättigten wässerigen Lösung erhaltenen Krystalle waren theils spitz rhomboëdrisch nach $s\{11\bar{1}\}$ mit schmaler Abstumpfung der Polkanten durch $r\{100\}$ (Fig. 8), theils dicke Tafeln nach $c\{111\}$. Da die Flächen sehr gut spiegelten, nahm ich an vier Krystallen Messungen vor.

	Berechnet:	Beob. Ries:	Lüdecke:
$r:r = (100):(010) = 98^\circ 32'$	—	—	$98^\circ 32\frac{1}{3}'$ 1)
$c:s = (111):(11\bar{1})$	—	$*74^\circ 33'$	—
$c:r = (111):(100)$	$61 \quad 4^2)$	$61 \quad 4$	$60 \quad 50$ ca.
$s:s = (11\bar{1}):(1\bar{1}1)$	$113 \quad 10$	$113 \quad 5$	$112 \quad 56$
$r:s = (100):(11\bar{1})$	$56 \quad 35$	$56 \quad 32$	—

1) l. c. ist irrthümlich $81^\circ 27\frac{2}{3}'$ als Normalenwinkel angegeben.

2) Im Referate diese Zeitschr. 4, 325 ist fälschlich angegeben: $(0004):(02\bar{2}4) = 61^\circ 4'$ berechnet, statt $(0004):(10\bar{1}1)$.

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{111\}$; nach $\{11\bar{1}\}$ konnte ich bisweilen Trennungsflächen durch Druck mit einem Messer erzeugen; den Winkel zwischen $\{111\}$ und der erzeugten Fläche $\{11\bar{1}\}$ fand ich durch Messung zu $75^{\circ}20'$; da die Krystalle sehr weich sind, gelingt die Spaltung nach $\{11\bar{1}\}$ nicht jedesmal.

Doppelbrechung kräftig und negativ (Lüdecke giebt + Doppelbrechung an). Pleochroismus schwach. c citrongelb, a gelbroth. Wegen der starken Doppelbrechung bleiben Blättchen $\parallel \{111\}$ unter dem Mikroskope auch bei + Nicols hell.

Mit dem vorigen ist isomorph:

Methylaminzinnechlorid.

Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 462. $\alpha = 84^{\circ}35'$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c:r = (111):(100) =$	—	$*60^{\circ}7'$
$c:s = (111):(11\bar{1})$	$73^{\circ}58'$	$74^{\circ}40'$
$r:r = (100):(001)$	$97^{\circ}20'$	$97^{\circ}43'$
$r:s = (100):(11\bar{1})$	$56^{\circ}20'$	$56^{\circ}8'$

Optisch positiv nach Hiortdahl.

Ferner:

Methylaminiridiumchlorid.

Ch. Friedel, Compt. rend. 4885, 100, 412; diese Zeitschr. 12, 638.

Es wurde in dünnen hexagonalen, braunrothen Blättchen erhalten, die aber keine Messungen gestatteten, doch wurde constatirt, dass es optisch einaxig war.

Aethylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_3.C_2H_5]_2$.

Spec. Gew. 2,255 bei $19^{\circ}C$. (Clarke, Ann. Chem. u. Ph. 2, 475; Ber. d. d. chem. Ges. 12, 1399), 2,275 bei $18^{\circ}C$. Ries. Beschrieben von Schabus, Ann. Chem. u. Ph. 93, 272, und Topsøe, Wiener Akad. 73, II, 98, ref. diese Zeitschr. 8, 262.

Ditrigonal skalenoëdrisch. $\alpha = 90^{\circ}53'$.

Fig. 9.

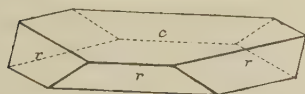


Fig. 10.

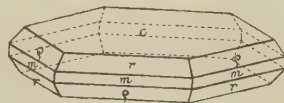


Fig. 11.

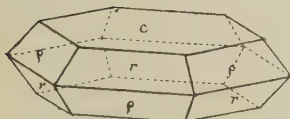


Fig. 12.

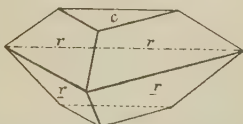
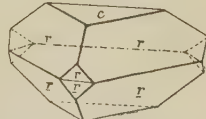


Fig. 13.



Beobachtete Formen: $c\{111\}$, $r\{100\}$, $m\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $q\{2\bar{2}\bar{1}\}$. Nach Topsøe in der Regel dünne Tafeln nach c mit r als Randflächen (Fig. 9), sehr

häufig sechsseitige Tafeln nach c mit r , m und q (Fig. 40), oder Tafeln nach c mit r und q (Fig. 41). Aus heisser wässriger Lösung erhielt ich theils dreiseitige Tafeln nach c mit r , theils Tafeln nach c mit m und r . Zwillinge nach $c\{111\}$ nicht selten (Fig. 42 und 43).

	Berechnet:	Beob. Topsøe:	Schabus:
$c : r = (111) : (100) =$	—	$*54^0 6'$	$54^0 6'$
$c : m = (111) : (2\bar{1}\bar{1})$	$90^0 0'$	$90 \quad 3$	—
$m : r = (2\bar{1}\bar{1}) : (100)$	$35 \quad 54$	$35 \quad 56\frac{1}{2}$	—
$r : q = (100) : (22\bar{1})$	$47 \quad 0$	—	—
$r : r = (100) : (010)$	$89 \quad 6$	$89 \quad 5$	$89 \quad 6$

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $c\{111\}$, welches in Folge dessen eine citrongelbe Farbe besitzt, während die übrigen Flächen roth gefärbt sind. Doppelbrechung mittelstark bis schwach und negativ.

Isomorph mit demselben sind:

Aethylaminplatinbromid $PtBr_6[NH_3.C_2H_5]_2$.

Beschrieben von Topsøe, l. c. $\alpha = 93^0 27\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen wie bei dem vorigen. Zwillinge nach $c\{111\}$ nicht ungewöhnlich.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : r = (111) : (100) =$	—	$*52^0 56\frac{1}{2}'$
$m : r = (2\bar{1}\bar{1}) : (100)$	$37^0 3\frac{1}{2}'$	$37 \quad 4\frac{1}{2}$
$r : q = (100) : (22\bar{1})$	$47 \quad 2$	$47 \quad 0$
$r : r = (100) : (010)$	$87 \quad 26$	$87 \quad 26$

Spaltbarkeit ausgezeichnet nach $c\{111\}$. Farbe carmoisinroth. Optisch negativ.

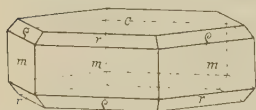
Aethylaminzinnchlorid $SnCl_6[NH_3.C_2H_5]_2$.

Beschrieben von Topsøe l. c.

Spec. Gew. 4,830 Ries. $\alpha = 92^0 4'$.

Nach Topsøe ist der Habitus übereinstimmend mit den vorigen. Aus heisser wässriger Lösung erhielt ich durch langsame Abkühlung regelmässig nur c und m in kurzprismatischen, dicken, prachtvoll glänzenden, wasserklaren Krystallen. Durch freiwillige Verdunstung wässriger Lösungen erhielt ich theils r und c , theils c , r , q und m (Fig. 44) wie Topsøe. Zwillinge nach $c\{111\}$ erhielt Letzterer sehr oft.

Fig. 44.



	Berechnet:	Beob. Ries:	Topsøe:
$c : r = (111) : (100) =$	—	$*53^0 46'$	$53^0 48'$
$r : m = (100) : (2\bar{1}\bar{1})$	$36^0 44'$	$36 \quad 44$	$36 \quad 45$
$r : r = (100) : (010)$	$87 \quad 54$	$87 \quad 54$	$87 \quad 54$
$r : q = (100) : (22\bar{1})$	$47 \quad 44\frac{2}{3}$	$47 \quad 45$	—

Spaltbarkeit und optisches Verhalten wie bei den vorigen.

Die Auflösungsgeschwindigkeit hat ein Maximum nach der Axe c , sehr klein ist sie in der dazu senkrechten Richtung.

Propylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_3.C_3H_7]_2$.

Spec. Gew. 2,248 Ries.

Beschrieben von Topsøe, Ber. d. Wiener Akad. 1876, **73** (II), 87 ff.; ref. diese Zeitschr. **8**, 280; ferner von Hiortdahl, diese Zeitschr. 1882, **6**, 470, Lippitsch, diese Zeitschr. **15**, 503.

Monoklin. $a : b : c = 1,6536 : 1 : 1,4435$; $\beta = 104^\circ 26\frac{1}{2}'$.

Beim langsamen Erkalten einer wässerigen heißen Lösung dieses Salzes erhielt ich vierseitige Tafeln nach a , wie sie von Topsøe beschrieben

Fig. 15.

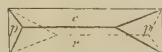


Fig. 16.

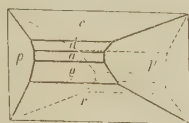
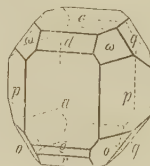


Fig. 17.



wurden (Fig. 17). Hiortdahl hatte prismatische, nach der b -Axe gestreckte Krystalle erhalten (Fig. 15 und 16). Die Krystalle, welche Lippitsch untersuchte, waren theils tafelförmig, theils nadelig.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $p\{110\}$, $c\{001\}$, $d\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $q\{\bar{2}01\}$, $q\{011\}$, $\omega\{111\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

	Berechn.:	Beob.: Topsøe:	Hiort- dahl:	Lip- pitsch:	Ries:
$q : c = (011) : (001) =$	—	*53° 54'	—	—	53° 52'
$p : a = (110) : (100)$	—	*58 4	57° 58'	—	57 59½
$r : a = (\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	57° 45'	58 5	57 40	58° 0'	58 8
$d : a = (101) : (100)$	41 5	41 13	41 23	—	41 16
$a : c = (100) : (001)$	—	*75 33½	75 58	75 50	75 37
$q : r = (\bar{2}01) : (\bar{1}01)$	23 24½	23 28	24 19	24 21	23 37
$q : d = (011) : (101)$	60 54	60 54	—	—	60 54
$q : p = (011) : (\bar{1}10)$	52 37½	52 37	—	—	—
$\omega : p = (111) : (110)$	29 25½	29 31	—	—	29 30
$o : p = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}0)$	33 35	33 46	—	—	33 43
$c : p = (001) : (110)$	82 24½	82 23½	82 38	—	82 26
$\omega : d = (111) : (101)$	43 6	43 2	—	—	43 0
$o : r = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}01)$	50 17½	—	—	—	50 10
$o : q = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{2}01)$	54 25	54 17	—	—	—
$p : q = (110) : (\bar{2}01)$	63 44	63 52	—	—	—
$\omega : a = (111) : (100)$	55 7½	56 37	—	—	56 53

	Berechn.:	Beob.: Topsøe:	Hiort- dahl:	Lip- pitsch:	Ries:
$q : a = (011) : (100) = 81^{\circ}32'$		$81^{\circ}34'$	—	—	$81^{\circ}29'$
$o : a = (\bar{1}11) : (\bar{1}00) = 69\ 59$		$70\ 12$	—	—	$69\ 59$
$r : c = (\bar{1}01) : (001) = 46\ 41\frac{1}{2}$		$46\ 21\frac{1}{2}$	$46^{\circ}22'$	$46^{\circ}29'$	$46\ 35$

Nach $\{001\}$ sehr vollkommene Spaltbarkeit (Topsøe). Ferner beobachtete ich weniger vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}$, sehr deutliche nach $\{\bar{1}11\}$.

Doppelbrechung negativ. Axenebene $\perp \{010\}$. b ist zweite Mittellinie.

Auf Spaltblättchen nach $c\{001\}$ im convergenten Lichte die Interferenzfigur mit schwacher horizontaler Dispersion sichtbar. Die erste Mittellinie angenähert \perp auf $c\{001\}$. Sie bildet für gelb (Na) mit der Normale auf $\{001\}$ einen Winkel von ca. $5\frac{1}{2}^{\circ}$ im spitzen Winkel der Normalen zu $\{001\}$ und $\{101\}$.

$$2E = 56^{\circ}47' (Li), \quad 57^{\circ}14' (Na), \quad \text{ca. } 57^{\circ}20' (Tl).$$

Isomorph damit ist:

Propylaminzinnchlorid $SnCl_6[NH_3.C_3H_7]_2$.

Dargestellt von Ries. Spec. Gew. 4,808 Ries.

Monoklin. $a : b : c = 4,6594 : 1 : 4,40605$; $\beta = 104^{\circ}45'$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $o\{\bar{1}11\}$. Aus heisser gesättigter salzsaurer Lösung beim langsamen Erkalten leicht in sehr grossen nach der b -Axe gestreckten Krystallen erhältlich. Bei freiwilliger Verdun-

Fig. 48.

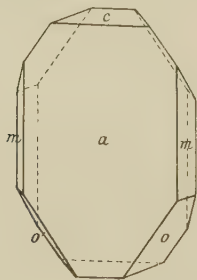
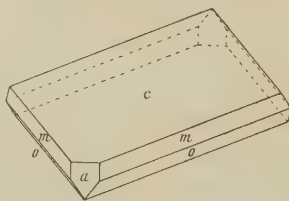


Fig. 49.



stung in zweierlei Formen: tafelig nach $c\{001\}$ (Fig. 49) und tafelig nach $a\{100\}$ (Fig. 48). Besitzt ausserordentliche Krystallisationsfähigkeit. Vereinzelt Zwillinge nach $c\{001\}$.

	Berechnet:	Beobachtet Ries:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*75^{\circ}15'$
$a : m = (100) : (110)$	—	$*58\ 4$
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	—	$*63\ 43$
$c : m = (001) : (110)$	$82^{\circ}15\frac{3}{4}'$	$82\ 15$
$o : o = (\bar{1}11) : (\bar{1}11)$	$100\ 22$	$100\ 19\frac{1}{2}$
$a : o = (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	$70\ 26$	$70\ 32$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $c\{001\}$, unvollkommen nach $a\{100\}$ und deutlich nach $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Die Spaltbarkeit nach $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ und $a\{100\}$ ist am besten auf dünnen Spaltblättchen nach $c\{001\}$ zu beobachten.

Doppelbrechung negativ. Axenebene $\perp b\{010\}$. Sehr schwache horizontale Dispersion. b ist zweite Mittellinie. Die erste Mittellinie annähernd \perp auf $c\{001\}$.

$$2E = 61^{\circ} 23' (Li), \quad 61^{\circ} 38' (Na), \quad 61^{\circ} 43' (Ti).$$

Isopropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_3.C_3H_7]_2$.

Als rhombisch bipyramidal beschrieben von Th. Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 471. Spec. Gew. 2,229 Ries.

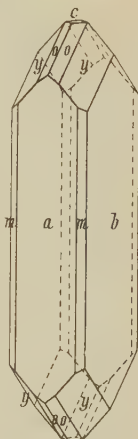
Von Herrn J. A. Le Bel erhielt ich eine kleine Zahl sehr gut ausgebildeter Krystalle dieses Salzes. Dieselben besaßen die von Hiortdahl beschriebene prismatische Ausbildung, waren aber flächenreicher (s. Fig. 20).

$$a : b : c = 1,2207 : 1 : 0,7460.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $y\{232\}$, $x\{212\}$, $m\{430\}$, $p\{210\}$, $t\{410\}$.

An den von Hiortdahl beschriebenen Krystallen waren ausgebildet a , b , t , o und y . Die von mir untersuchten Krystalle besaßen durchwegs sämtliche oben aufgezählten Formen mit Ausnahme von t . x und p waren immer so schmal, dass sie nur mit dem Goniometer erkannt wurden; sie sind deshalb in Fig. 20 weggelassen.

Fig. 20.



	Berechnet:	Beob. Ries:	Hiortdahl:
$a : m = (100) : (430) = 42^{\circ} 28\frac{1}{2}'$		$42^{\circ} 22\frac{1}{2}'$	—
$a : p = (100) : (210) \quad 31 \quad 24$		$31 \quad 28$	—
$a : t = (100) : (410) \quad 46 \quad 58\frac{1}{2}$		—	$46^{\circ} 51'$
$y : y = (232) : (2\bar{3}2) \quad 87 \quad 21\frac{1}{2}$		$87 \quad 22$	$87 \quad 8$
$o : o = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad —$		$*64 \quad 58$	$65 \quad 4$
$o : o = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad 44 \quad 21\frac{3}{4}$		$44 \quad 26$	—
$x : x = (212) : (2\bar{1}2) \quad 35 \quad 19$		$35 \quad 18$	—
$c : y = (001) : (232) \quad 51 \quad 54\frac{1}{2}$		$51 \quad 55$	—
$c : o = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad 43 \quad 58$		$44 \quad 4$	—
$c : x = (001) : (212) \quad 35 \quad 36$		$35 \quad 33$	—
$a : y = (100) : (232) \quad 67 \quad 50\frac{1}{2}$		$67 \quad 47$	—
$a : o = (100) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad —$		$*63 \quad 54$	$63 \quad 50$
$a : x = (100) : (212) \quad 60 \quad 12$		$60 \quad 9$	—

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $b\{010\}$, vollkommen nach $a\{100\}$, deutlich nach $\{101\}$. In dünnen Spaltblättchen ist die Farbe gelbroth, in dickeren tiefer roth; auf frischen Flächen sehr lebhafter Diamantglanz.

Wie eine Untersuchung im polarisirten Lichte erwies, waren die Krystalle pseudorhombisch mit rhombischen Scheinflächen und bestanden durchwegs aus monoklinen Lamellen, die nach $a\{100\}$ sich in Zwillingsstellung befanden. Sehr selten waren kleinere Partien einzelner Kryställchen aus Zwillingslamellen $\parallel c\{001\}$ zusammengesetzt.

Die Zwillingslamellirung macht sich auf der Oberfläche der Krystalle bisweilen in einer feinen Streifung einzelner Flächenpartien bemerkbar.

Optischer Charakter der Lamellen negativ. Axenebene $\perp b\{010\}$. b ist erste Mittellinie. Sehr starke gekreuzte Dispersion, $\varrho > \nu$. Die Schwingungsrichtungen zweier Lamellen nach $a\{100\}$ bilden auf $b\{010\}$ einen Winkel von 39° für Na -Licht.

Die Zwillingslamellen verschwinden beim Erwärmen der Krystalle auf 32° C. plötzlich, und letztere sind von diesem Temperaturgrade aufwärts rhombisch mit dem a. vor. S. angegebenen Axenverhältnisse. Ihre Axenebene ist dann $\parallel a\{100\}$, b erste Mittellinie.

Na -Licht:	Li -Licht:	
$2E = 79^\circ 9'$	$79^\circ 4'$	32° C.
68 58	69 45	33° C.
68 22	69 20	45° C.
67 59	68 59	53° C.
67 39	68 35	60° C.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, ist das Wachsthum des Axenwinkels von 60° C. abwärts bis 32° C. ein stetiges. Beim Uebergange der rhombischen Modification in die monokline erfolgt ein sprunghaftes Anwachsen des Axenwinkels um $40^\circ 41'$ (für Na) beziehungsweise $44^\circ 5'$ (für Li). Von 32° C. abwärts wächst der Axenwinkel der monoklinen Modification bei sinkender Temperatur ziemlich stark; die lamellare Zwillingsbildung lässt jedoch keine genaueren Messungen zu.

Disubstituirte Chloroplatinate.

Dimethylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$.

Dimorph. Ueber die Bedingungen der Bildung beider Modificationen siehe J. A. Le Bel, Compt. rend. **116**, 543 und diese Zeitschr. **25**, 304.

I. Modification. Spec. Gew. 2,27 Le Bel.

Untersucht von Lüdecke, diese Zeitschr. **4**, 325; Topsøe, diese Zeitschr. **8**, 249 und G. B. Negri, Gazzetta chim. **22**, 549, diese Zeitschr. **24**, 349.

Statt der bisherigen Aufstellung wählte ich eine solche, welche den pseudotetragonalen Charakter dieser Modification deutlich erkennen lässt. Die bisherige krystallographische Axe b ist bei dieser neuen Aufstellung beibehalten worden, die a - und c -Axen sind dagegen vertauscht worden.

Rhombisch bipyramidal. $a : b : c = 0,9776 : 1 : 4,9949$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $c\{004\}$, $o\{111\}$, $s\{012\}$, $i\{112\}$.

Fig. 21.

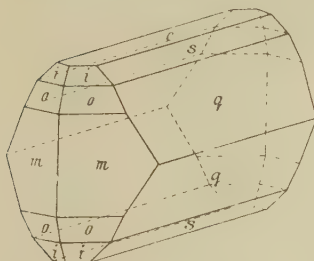
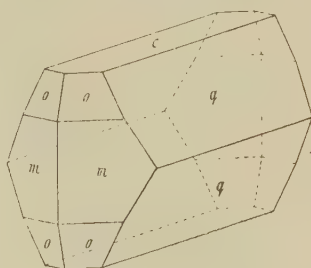


Fig. 22.



Gestreckt nach der a -Axe. Theils q , m , c , o (Fig. 22); seltener q , m , c , o , s , i (Fig. 21).

	Berechnet:	Beob. Negri:	Topsøe:	Lüdecke:
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1}) =$	—	$53^{\circ} 49'$	$53^{\circ} 20'$	$53^{\circ} 27'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	—	$88^{\circ} 42'$	$88^{\circ} 44'$	$88^{\circ} 40'$
$m : q = (110) : (011)$	$54^{\circ} 20'$	$54^{\circ} 19'$	$54^{\circ} 22'$	$54^{\circ} 23'$
$m : o = (110) : (111)$	$49^{\circ} 20'$	$49^{\circ} 16'$	$49^{\circ} 24\frac{1}{2}'$	$49^{\circ} 24\frac{1}{2}'$
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	$82^{\circ} 32'$	$82^{\circ} 36'$	—	$82^{\circ} 30'$
$m : i = (110) : (112)$	—	—	$35^{\circ} 5'$	$35^{\circ} 44\frac{3}{4}'$
$q : s = (011) : (012)$	$48^{\circ} 27\frac{1}{2}'$	$48^{\circ} 28'$	$48^{\circ} 33'$	$48^{\circ} 29'$
$c : s = (004) : (012)$	$44^{\circ} 53'$	$44^{\circ} 51'$	$44^{\circ} 47'$	—
$c : o = (004) : (111)$	$70^{\circ} 40'$	$70^{\circ} 55'$	$70^{\circ} 30\frac{1}{2}'$	$70^{\circ} 37\frac{1}{4}'$
$q : o = (011) : (111)$	$42^{\circ} 26'$	$42^{\circ} 20'$	—	$42^{\circ} 26'$
$s : o = (012) : (111)$	$45^{\circ} 34'$	—	$45^{\circ} 34'$	—
$q : i = (011) : (112)$	$39^{\circ} 44'$	—	—	$39^{\circ} 44\frac{1}{2}'$
$s : m = (012) : (110)$	$60^{\circ} 26\frac{1}{2}'$	—	$60^{\circ} 33'$	$60^{\circ} 31'$
$s : i = (012) : (112)$	$35^{\circ} 49\frac{1}{2}'$	—	—	$35^{\circ} 49\frac{1}{2}'$
$i : i = (112) : (1\bar{1}\bar{2})$	$69^{\circ} 48'$	—	—	$69^{\circ} 43\frac{1}{2}'$

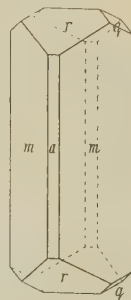
Spaltbarkeit vollkommen nach $q\{011\}$, sehr deutlich nach $c\{004\}$.

II. Modification. Spec. Gew. 2,44. Le Bel (Compt. rend. 1897, 125, 354 ff., diese Zeitschr. 31, 65).

Ich habe für die Verbindung eine von der gewöhnlichen rhombischen abweichende Aufstellung gewählt wegen der nahen Beziehungen zur Krystallform der 1. Modification des Aethyldiisobutylamins.

Zuerst erhalten von Cam. Vincent und krystallographisch beschrieben von Th. Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 463. Dargestellt von Ciamician und Silber und gemessen von G. B. Negri, Gazzetta chim. 22, 520; ref. diese Zeitschr. 24, 349.

Fig. 23.



Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,1124 : 1 : 0,6909.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $a\{100\}$, $r\{101\}$. Prismatisch nach c . Vorherrschend $\{110\}$, $\{101\}$, $\{100\}$ (s. Fig. 23 auf S. 331).

	Berechnet:	Beob. Negri:	Hiortdahl:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	—	$*83^{\circ}20'$	$83^{\circ}19'$
$r : m = (101) : (110)$	—	$*69 \ 23$	$69 \ 26$
$m : a = (110) : (100)$	$48^{\circ}20'$	$48 \ 20$	$48 \ 20$
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	$63 \ 58$	$64 \ 0$	$63 \ 58$
$r : a = (101) : (100)$	$58 \ 4$	$58 \ 0$	$58 \ 8$
$r : q = (101) : (011)$	$46 \ 2$	$46 \ 3$	—
$q : m = (011) : (110)$	$64 \ 35$	$64 \ 22$	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$69 \ 17$	—	—

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{110\}$.

Isomorph mit der I. Modification des Dimethylaminplatinchlorid sind:

Dimethylaminplatinbromid $PtBr_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$.

Beschrieben von Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 463 und H. Topsøe, Oversigt o. d. K. D. Vidensk. Selsk. Forh. 1882; ref. diese Zeitschr. 8, 250.

Rhombisch bipyramidal. $a : b : c = 0,9939 : 1 : 1,9951$.

Beobachtete Formen: $q\{011\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $c\{001\}$, $s\{012\}$, ferner einmal $b\{010\}$ in Spuren.

	Berechnet:	Beob. Topsøe:	Hiortdahl:
$q : q = (011) : (01\bar{1}) =$	—	$*53^{\circ}14\frac{1}{2}'$	$53^{\circ}34'$
$q : s = (011) : (012)$	$18^{\circ}27'$	$18 \ 38\frac{1}{2}$	—
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	$*89 \ 39$	$89 \ 37$
$m : o = (110) : (111)$	$49 \ 28$	$49 \ 28$	—
$m : q = (110) : (011)$	$50 \ 56$	$50 \ 59\frac{1}{2}$	$51 \ 7$
$o : q = (111) : (011)$	$41 \ 58$	$41 \ 58$	—

Spaltbarkeit nach $q\{011\}$ vollkommen, nach $c\{001\}$ deutlich.

Dimethylaminzinnchlorid $SnCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$.

Gemessen von Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 464.

Spec. Gew. 4,850 bei 18° C. Ries.

Um den pseudotetragonalen Charakter dieser Krystalle hervorzuheben, wählte ich auch hier die einem tetragonalen Krystalle entsprechende Stellung.

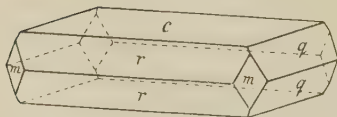
Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,0458 : 1 : 1,9661.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $m\{110\}$. Habitus tafelig nach c (Fig. 24).

Sehr häufig bildet die Verbindung Zwillinge nach $r\{101\}$.

Fig. 24.



	Berechnet:	Beobachtet:
$r : r = (101) : (10\bar{1})$	$= 53^{\circ} 42'$	$53^{\circ} 0'$
$r : c = (101) : (001)$	$63 \ 24$	$63 \ 32$
$q : q = (011) : (01\bar{1})$	—	$*53 \ 55$
$q : c = (011) : (001)$	$63 \ 2\frac{1}{2}$	$63 \ 4$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$90 \ 54$	$91 \ 0$
$q : m = (011) : (110)$	—	$*54 \ 17$
$r : m = (101) : (110)$	$50 \ 25$	$50 \ 25$
$q : r = (011) : (101)$	$78 \ 17$	$78 \ 24$

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $q\{011\}$, wenig vollk. nach $c\{001\}$.

Dimethylaminiridiumchlorid $IrCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$.

Beschrieben von Ch. Friedel, Compt. rend. 1885, **100**, 112; ref. diese Zeitschr. **12**, 638.

Rhombisch bipyramidal. $a : b : c = 0,9770 : 1 : 1,9690$.

Aethylmethylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.CH_3]_2$.

Dargestellt von Skraup und Wiegman. A. als Spaltungsproduct von Morphium. B. synthetisch aus Aethylamin und Methyljodid. Gemessen von Lippitsch, diese Zeitschr. **15**, 503, woselbst aber eine andere Stellung gewählt ist.

Rhombisch bipyramidal.

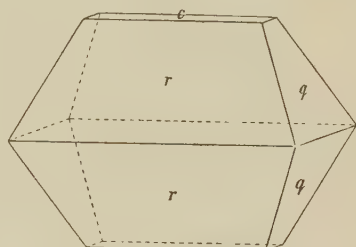
Fig. 25.

$$a : b : c = 1,268 : 1 : 2,0702 \text{ (A.)}$$

$$= 1,1904 : 1 : 1,9452 \text{ (B.)}$$

Beobachtete Formen: $r\{101\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$ (Fig. 25).

Die beiden Präparate waren nur approximativ messbar und ergaben im Winkel $q : q$ eine merkliche Differenz.



	A.	B.
$q : q = (011) : (01\bar{1})$	$= 52^{\circ} 30'$	$54^{\circ} 25'$
$r : r = (101) : (10\bar{1})$	$63 \ 0$	$62 \ 57$

Optische Axenebene $\{100\}$. c ist erste Mittellinie.

Diäthylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_2H_5]_2$.

Spec. Gew. 2,03. Topsøe.

Untersucht v. Schabus, Wien. Ak. 1855, **15**, 206 und Topsøe, ebenda 1876, **73**, 102.

Um die Beziehungen der Krystallform dieser Verbindung zum kubischen Systeme, speciell zum Rhombendodekaëder, ersichtlich zu machen, habe ich im Folgenden eine neue Aufstellung gewählt.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,9270 : 1 : 0,8575; \beta = 93^{\circ} 46'.$$

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $r\{101\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$, $o\{111\}$, $\omega\{111\}$, $c\{001\}$, $b\{010\}$, $x\{343\}$.

Die von Schabus beschriebenen Krystalle sind tafelig nach $\{101\}$, welches gegenüber $\{10\bar{1}\}$ vorherrscht. $\{110\}$ und $\{011\}$ sind im Gleichgewichte ausgebildet. Schabus fand an seinen Krystallen noch $\{\bar{1}11\}$ und das ganz seltene, sonst nicht mehr beobachtete $\{\bar{3}43\}$. Die von Topsøe

Fig. 26.

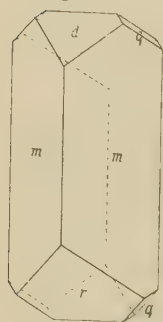
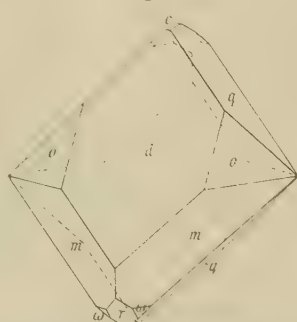


Fig. 27.



erhaltenen Krystalle waren prismatisch nach $m\{110\}$, wie Fig. 26 zeigt. Als Endflächen waren an denselben ausgebildet $r\{\bar{1}01\}$, welches gegenüber $d\{101\}$ grösser ausgebildet ist, und $q\{011\}$, welches nur untergeordnet auftrat. Die von mir durch langsame Abkühlung heisser wässriger Lösungen erhaltenen Krystalle besaßen sämt-

liche oben angegebenen Formen, mit Ausnahme von $\{\bar{3}43\}$, in der Ausbildung der Fig. 27.

	Berechnet:	Beob. Topsøe:	Schabus:	Müller:	Ries:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$*85^{\circ}32'$	—	—	$85^{\circ}32'$
$m : r = (110) : (10\bar{1})$	$61^{\circ}22'$	61 21	$61^{\circ}22'$	$61^{\circ}35'$	61 22
$q : r = (011) : (\bar{1}01)$	—	$*57\ 41$	57 40	—	57 40
$q : m = (011) : (110)$	61 28	61 26	—	—	61 25
$r : d = (\bar{1}01) : (101)$	$85\ 32$	$85\ 32$	$85\ 40$	$85\ 40$	$85\ 34$
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	$*81\ 6$	81 12	—	81 $9\frac{1}{2}$
$q : m = (011) : (\bar{1}10)$	66 7	66 6	—	—	66 2
$m : d = (110) : (101)$	58 54	—	58 46	—	58 45
$d : q = (101) : (011)$	55 4	55 4	$55\ 6\frac{1}{2}$	—	55 2
$d : c = (101) : (001)$	44 2	—	—	—	44 8
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	44 30	—	—	—	44 35
$d : o = (101) : (111)$	34 19	—	—	—	34 10
$r : \omega = (\bar{1}01) : (\bar{1}\bar{1}1)$	33 4	—	33 0	—	33 5
$c : o = (001) : (111)$	49 53	—	—	—	49 48
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	53 46	—	—	—	53 40
$r : x = (\bar{1}01) : (\bar{3}43)$	40 54	—	41 0	—	—

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $m\{110\}$ und $d\{101\}$.
Ebene der optischen Axen $\{010\}$.

Isomorph mit dem vorigen sind:

Diäthylaminplatinbromid $PtBr_6[NH_2.C_2H_5.C_2H_5]_2$.

Beschrieben von Topsøe l. c.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,9304 : 4 : 0,86705; \beta = 94^{\circ}12\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $d\{101\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

Habitus meist wie bei der vorigen, entsprechenden Chlorverbindung. Wenn $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$ und $\{\bar{1}01\}$ im Gleichgewichte entwickelt sind, entsteht combinirt mit $\{101\}$ eine Combination, welche einem Rhomboëder mit Basis ähnelt.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 94^\circ 17'$		$94^\circ 16\frac{1}{2}'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	—	*85 43
$r : \omega = (\bar{1}01) : (\bar{1}\bar{1}1)$	33 48 $\frac{1}{2}$	33 9
$r : q = (\bar{1}01) : (011)$	57 37	57 33
$m : q = (110) : (011)$	—	*60 57
$m : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$	66 9 $\frac{1}{2}$	66 4
$\omega : q = (\bar{1}\bar{1}1) : (011)$	36 43	36 42
$o : m = (111) : (110)$	—	*39 22
$r : d = (\bar{1}01) : (101)$	85 56 $\frac{1}{2}$	85 54 $\frac{1}{2}$
$d : m = (101) : (110)$	58 38 $\frac{1}{2}$	58 44 $\frac{1}{2}$
$d : q = (101) : (011)$	55 42	55 45
$\omega : m = (\bar{1}\bar{1}1) : (110)$	94 30	94 33
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	84 42	—

Lebhafter Diamantglanz, Farbe carmoisinroth.

Diäthylaminzinnchlorid $\text{SnCl}_6[\text{NH}_2.\text{C}_2\text{H}_5.\text{C}_2\text{H}_5]_2$.

Beschrieben von Topsøe l. c.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $d\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$. Mehr oder minder lang gestreckte Prismen. Zwillinge wie beim entsprechenden Platinsalz ziemlich häufig. Die Flächen sind gekrümmt und spiegeln schlecht.

	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = 85^\circ 12'$	
$r : m = (10\bar{1}) : (110)$	60 47
$m : d = (110) : (101)$	58 50
$r : d = (\bar{1}01) : (101)$	85 38

Methylpropylaminplatinchlorid $\text{PtCl}_6[\text{NH}_2.\text{C}_2\text{H}_5.\text{C}_3\text{H}_7]_2$.

Dargestellt und gemessen von Le Bel. Spec. Gew. 4,968, Le Bel.

Le Bel giebt nur das Axenverhältniss dieser Verbindung an. Wegen der Beziehungen zu kubischen Formen, die später erläutert werden sollen, wählte ich im Folgenden eine dementsprechende Aufstellung.

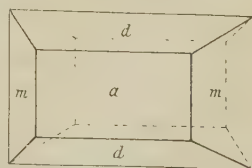
Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 4,1948 : 4 : 0,6847.$$

Beob. Formen: $m\{110\}$, $d\{101\}$, $\alpha\{100\}$.

Die Krystalle sind etwas nach der b -Axe verlängert (Fig. 28). Ich beob-

Fig. 28.



achtete unter einigen mir von Herrn Le Bel überlassenen Krystallen Zwillinge nach $d\{101\}$, welches auch Zusammensetzungsfläche ist.

Berechnet: Beobachtet Le Bel:

$d : d = (101) : (\bar{1}01)$	$= 59^{\circ} 32'$	—
$d : a = (101) : (100)$	—	$*60^{\circ} 44'$
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	80 0	80 0
$a : m = (100) : (110)$	—	$*50 0$
$d : m = (101) : (110)$	71 23½	—

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{100\}$.

Methylisopropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.CH_3.C_3H_7]_2$.

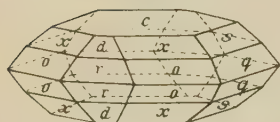
Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,94 Le Bel.

Fig. 29.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,8722 : 4 : 0,8243.$$

Beob. Formen: $c\{001\}$, $d\{101\}$, $r\{201\}$, $q\{011\}$, $s\{023\}$, $o\{111\}$, $x\{223\}$. Die Krystalle sind Tafeln nach $c\{001\}$ (Fig. 29).



Berechnet: Beobachtet Le Bel:

$c : d = (001) : (101)$	$=$ —	$*43^{\circ} 23'$
$c : r = (001) : (201)$	$62^{\circ} 7'$	62 11
$c : q = (001) : (011)$	—	$*39 30$
$c : o = (001) : (111)$	51 25½	51 22
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	61 50	61 32
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	72 13½	—
$c : x = (001) : (223)$	39 53	40 3
$x : x = (223) : (\bar{2}23)$	57 48½	—
$c : s = (001) : (023)$	28 46½	28 42
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	82 10	—

Aethylpropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_3H_7]_2$.

Fig. 30.

Spec. Gew. 4,89 Le Bel.

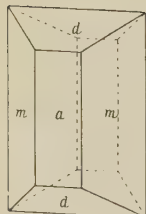
J. A. Le Bel, welcher dieses Salz zuerst darstellte, hat nur eine kurze Notiz über dessen Krystallsystem und Axenverhältniss veröffentlicht. Nach seiner Angabe ist das Krystallsystem:

Rhombisch. $a : b : c = 0,5325 : 4 : 0,7526$.

Nach meiner Aufstellung ist:

$$a : b : c = 1,3287 : 4 : 0,7080.$$

Comb.: $a\{100\}$, $d\{101\}$, $m\{110\}$. Habitus: Die Krystalle sind nach Le Bel's Angabe verlängert nach der von mir zur c -Axe gewählten Richtung (Fig. 30).



	Berechnet:	Beobachtet Le Bel:
$d : d = (104) : (\bar{1}04) = 56^{\circ} 4'$	—	$56^{\circ} 4'$
$d : a = (104) : (100)$	—	$*64 \ 58$
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$73 \ 56$	—
$m : a = (110) : (100)$	—	$*53 \ 2$
$d : m = (104) : (110)$	—	$73 \ 35$

Spaltbarkeit deutlich nach $\{100\}$ und $\{110\}$ nach Le Bel.

Dipropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Spec. Gew. 1,704 Le Bel.

Ueber Axenverhältniss siehe J. A. Le Bel, Compt. rend. 1897, **125**; diese Zeitschrift **31**, 56. Ich wählte eine dem pseudotetragonalen Charakter dieser Krystalle entsprechende Aufstellung.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,1164 : 1 : 2,5246; \quad \beta = 90^{\circ} 14\frac{1}{2}'.$$

Beob. Formen: $d\{104\}$, $q\{011\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $\omega\{121\}$, $o\{\bar{1}12\}$, $s\{\bar{1}23\}$, $t\{013\}$, $e\{004\}$.

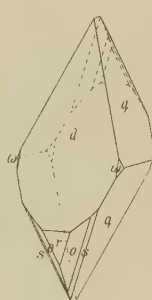
Die Krystalle aus wässeriger Lösung sind zum Theil flächenreich, wobei zuweilen sämtliche oben angegebenen Flächen entwickelt sind. Der Habitus ist meist der spitzer Tafeln von rhombischem Querschnitt, an welchen $d\{104\}$ und $q\{011\}$ die herrschenden Formen sind. Mehr untergeordnet treten zuweilen auf $r\{\bar{1}04\}$, $o\{\bar{1}12\}$, $s\{\bar{1}23\}$ und $\omega\{121\}$ (Fig. 31 und 32). $e\{004\}$ und $t\{013\}$ sind seltener.

Zwillinge nach $\{104\}$ sind nicht selten.

Fig. 31.



Fig. 32.



	Berechnet:	Beob. Ries:	Le Bel:
$e : d = (004) : (104) = 65^{\circ} 56\frac{1}{2}'$	—	—	$66^{\circ} 0'$
$e : r = (004) : (\bar{1}04)$	$66 \ 33$	—	—
$d : r = (104) : (\bar{1}04)$	$132 \ 29\frac{1}{2}$	$132^{\circ} 27'$	—
$d : r = (104) : (10\bar{1})$	$47 \ 30\frac{1}{2}$	$47 \ 38$	$47 \ 22$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	$*136 \ 47$	$136 \ 25$
$t : t = (013) : (0\bar{1}3)$	$80 \ 9\frac{1}{2}$	—	$80 \ 15$
$d : \omega = (104) : (121)$	—	$*63 \ 46$	$63 \ 35$
$r : o = (\bar{1}04) : (\bar{1}12)$	$43 \ 3$	$42 \ 59$	—
$r : s = (\bar{1}04) : (\bar{1}23)$	$58 \ 39$	$58 \ 32$	—
$r : q = (\bar{1}04) : (011)$	$84 \ 35$	$84 \ 28$	—
$d : q = (104) : (011)$	—	$*84 \ 22$	$84 \ 32$
$q : s = (011) : (\bar{1}23)$	$22 \ 56$	$23 \ 0$	—

	Berechnet:	Beob. Ries:	Le Bel:
$q : o = (011) : (\bar{1}12) =$	$38^{\circ}32'$	$38^{\circ}27'$	—
$s : s = (\bar{1}23) : (\bar{1}23)$	106 46	106 49	—
$o : o = (\bar{1}12) : (\bar{1}\bar{1}2)$	79 50	80 5	—
$d : t = (101) : (013)$	71 49½	—	71°50'

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $d\{101\}$, unvollk. nach $q\{011\}$.

Axenebene $\parallel \{010\}$. Erste Mittellinie ist fast \perp auf $d\{101\}$.

$2E$ (gemessen in α -Monobromnaphtalin bei 20°C.) $= 74^{\circ}44\frac{1}{2}' (L\bar{a})$,
 $75^{\circ}4\frac{1}{2}' (Na)$, $75^{\circ}25' (Tl)$.

Dipropylaminplatinbromid $\text{PtBr}_6[\text{NH}_2\cdot\text{C}_3\text{H}_7\cdot\text{C}_3\text{H}_7]_2$.

Dargestellt von Le Bel.

Dimorph (keine der beiden Mod. ist mit dem Chlorid isomorph).

I. Modification. Spec. Gew. 2,492 bei 17°C. Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,4089 : 1 : 0,7349; \beta = 93^{\circ}24'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $d\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $c\{001\}$, $s\{012\}$, $l\{440\}$, $n\{240\}$. Die Krystalle sind regelmässig langprismatisch nach der c -Axe. Ich beobachtete zweierlei Ausbildungsweisen. Ein Theil der Krystalle war besonders in der Prismenzone sehr flächenreich ausgebildet; als Endflächen waren daran c , s , q ausgebildet, auch d bisweilen (Fig. 33).

Fig. 33.

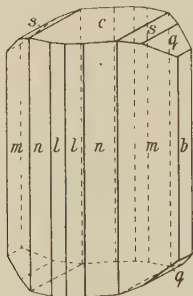


Fig. 34.

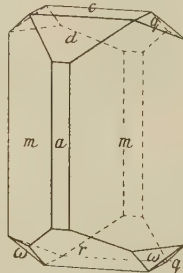
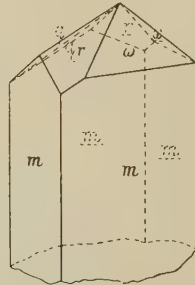


Fig. 35.



Eine andere flächenreiche Combination besass m, a, d, c, r, q, ω , wie Fig. 34 zeigt, zuweilen auch b . Unter den mir von Hrn. Le Bel übersandten Krystallen dieser Modification fand ich vereinzelte Zwillinge nach a . Einer derselben zeigte am einen Ende die Ausbildung von Fig. 35 (die vordere Hälfte steht in Zwillingstellung zu Fig. 34). An Endflächen waren nur die rechte Pyramidenfläche ω und die linke Klinodomenfläche q an jedem Individuum des oberen Endes, das allein vorhanden war, ausgebildet.

	Berechnet:	Beob. Le Bel:	Ries:
$a : d = (100) : (101) = 59^{\circ} 48'$		$59^{\circ} 48'$	—
$d : r = (101) : (\bar{1}01)$	55 3	55 12	—
$a : r = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	65 9	65 16	—
$a : q = (100) : (011)$	87 $45\frac{1}{2}$	—	—
$\omega : q = (\bar{1}11) : (011)$	23 $42\frac{1}{2}$	23 $42\frac{1}{2}$	—
$\omega : a = (\bar{1}11) : (\bar{1}00)$	69 32	—	—
$m : c = (1\bar{1}0) : (001)$	78 1	—	—
$c : \omega = (001) : (\bar{1}11)$	42 52	—	$42^{\circ} 56'$
$\omega : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	59 7	—	—
$a : m = (100) : (110)$	—	$*54\ 35$	—
$m : b = (110) : (010)$	35 25	—	—
$m : d = (110) : (101)$	73 3	—	—
$m : r = (\bar{1}10) : (\bar{1}01)$	—	$*75\ 4$	—
$r : q = (\bar{1}01) : (0\bar{1}1)$	—	$*44\ 45$	—
$d : q = (101) : (011)$	43 $58\frac{1}{2}$	—	43 55
$q : m = (0\bar{1}1) : (1\bar{1}0)$	59 21	—	—
$r : \omega = (\bar{1}01) : (\bar{1}11)$	33 42	33 42	—
$c : q = (001) : (011)$	36 16	36 17	—
$c : s = (001) : (012)$	20 $8\frac{1}{2}$	—	20 4
$a : l = (100) : (110)$	49 14	—	49 22
$a : n = (100) : (210)$	35 7	—	34 59

Spaltbarkeit vollkommen bis ziemlich vollkommen nach $\{110\}$, deutlich nach $c\{001\}$.

Farbe tief braunroth. Axenebene $b\{010\}$; auf $c\{001\}$ erscheint das Bild einer optischen Axe.

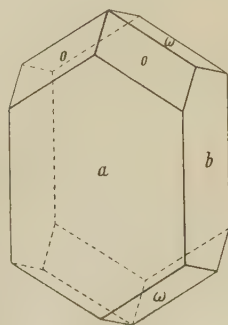
II. Modification. Spec. Gew. 2,229 Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,116 : 1 : 0,6108; \beta = 101^{\circ} 45'.$$

Ich erhielt die Krystalle dieser Modification regelmässig aus äthylalkoholischer Lösung bei Temperaturen, die wenig um 0° C. schwankten; bisweilen hatte sich zuerst die grössere Menge des gelösten Dipropylaminplatinbromids in Krystallen der I. Modification ausgeschieden, während schliesslich einzelne Krystalle der II. Modification auftraten, bisweilen aber schieden sich nur Individuen der II. Modification aus und zwar in sehr schönen, gut ausgebildeten Krystallen; bei steigender Temperatur erschienen wieder die der I. Modification.

Fig. 36.



Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $c\{004\}$ (Fig. 36). c ist immer etwas gerundet; ihre Lage gegen a weicht von der berechneten bis zu 1° ab.

	Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	—	*52° 4'
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	*59 48
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	69° 45'	69 42
$o : \omega = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	*54 54
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	95 4	94 57 (an Spaltstücken gemessen)

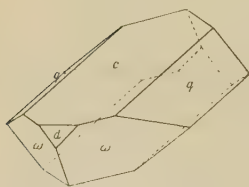
Spaltbarkeit unvollkommen nach $\{110\}$.

Farbe braunschwarz metallisch, in dünneren Blättchen braunroth durchsichtig, in dickeren Krystallen undurchsichtig. Axenebene $\parallel \{010\}$. Erste Mittellinie nahe $\parallel c$. Nähere Untersuchung wegen Undurchsichtigkeit unmöglich.

Diisopropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Fig. 37.

Dargestellt und gemessen von Le Bel. Spec. Gew. 4,834
Le Bel.



Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 4,326 : 4 : 4,559;$$

$$\beta = 99^\circ 46'.$$

Beobachtete Formen: $c\{004\}$, $q\{042\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $m\{110\}$, $d\{201\}$; tafelförmig nach c (Fig. 37).

	Berechnet:	Beobachtet Le Bel:
$a : d = (100) : (201) =$	24° 24'	—
$d : c = (201) : (004)$	58 53	59° 0'
$(004) : [\bar{1}01]$	55 24½	—
$c : q = (004) : (042)$	—	*37 32
$(042) : [010]$	52 28	—
$m : c = (1\bar{1}0) : (004)$	84 5	84 46
$c : \omega = (004) : (\bar{1}11)$	—	*67 25
$\omega : m = (\bar{1}11) : (\bar{1}10)$	28 30	—
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (\bar{1}11)$	—	*95 0
$m : m = (1\bar{1}0) : (110)$	405 9	—

Propylisopropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Krystalle aus Wasser.

Dimorph.

I. Modification. Spec. Gew. 4,790 Le Bel.

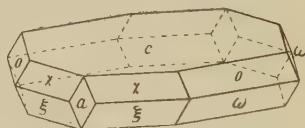
Ich wählte eine andere Aufstellung als Le Bel, wodurch die Symbole der Flächen sich einfacher gestalten.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 2,5693 : 1 : 1,9455;$$

$$\beta = 97^{\circ} 48'.$$

Fig. 38.



Die Krystalle sind Tafeln nach $c\{001\}$ (Fig. 38).

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $\xi\{\bar{3}11\}$, $\chi\{311\}$, $n\{210\}$, $\alpha\{100\}$, $r\{\bar{1}01\}$.

	Berechnet:	Beob. Ries:	Le Bel:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$82^{\circ} 42'$	$82^{\circ} 46'$
$c : r = (001) : (\bar{1}01) =$	$39^{\circ} 24\frac{3}{4}'$	$39 \ 44$	—
$c : o = (001) : (111) =$	—	$61 \ 36$	—
$o : \omega = (111) : (11\bar{1}) =$	$52 \ 43$	$52 \ 22$	—
$\omega : c = (11\bar{1}) : (00\bar{1}) =$	$66 \ 44$	$66 \ 5$	—
$c : \chi = (001) : (311) =$	$65 \ 54$	$65 \ 40$	—
$a : \chi = (100) : (311) =$	$42 \ 4$	$42 \ 9$	—
$\chi : o = (311) : (111) =$	$25 \ 34$	$25 \ 42$	—
$o : \omega = (111) : (\bar{1}11) =$	$38 \ 46$	$37 \ 52$	—
$\omega : \xi = (\bar{1}11) : (\bar{3}11) =$	$28 \ 34\frac{1}{2}$	$28 \ 36$	—
$\omega : a = (\bar{1}11) : (\bar{1}00) =$	$74 \ 6$	$74 \ 29$	—
$a : o = (100) : (111) =$	—	$67 \ 38$	—
$o : m = (111) : (210) =$	$28 \ 23\frac{1}{2}$	$28 \ 25$	—
$\omega : m = (11\bar{1}) : (210) =$	$32 \ 55$	—	—
$d : \xi = (10\bar{1}) : (31\bar{1}) =$	$49 \ 34\frac{3}{4}$	$49 \ 44$	—

Spaltbarkeit vollkommen nach $c\{001\}$.

Optische Axenebene $\{010\}$. Auf Spaltblättchen nach (001) ist im Mikroskop am Rande des Gesichtsfeldes die eine optische Axe noch sichtbar.

II. Modification.

Aus einer Lösung der Substanz in 96-proc. Aethylalkohol krystallisierte bei ca. 4° — 5° C. eine zweite Modification dieser Verbindung.

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

Die Krystalle haben Habitus, Winkel und Spaltbarkeit wie Aethyldiisobutylaminplatinchlorid.

Die folgenden Winkelangaben stammen von zwei Krystallen, die aber schlecht spiegelten und dienen lediglich dazu, die Aehnlichkeit der Winkel mit denen von Aethyldiisobutylaminplatinchlorid zu zeigen.

$$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = 93^{\circ} 48'$$

$$m : c = (110) : (\bar{1}01) = 67 \ 42$$

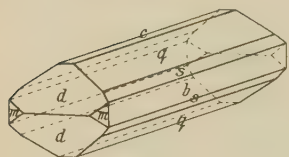
Die aus der Lösung genommenen Krystalle begannen bei Zimmertemperatur sofort, sich in eine hellgelb gefärbte Modification umzuwandeln, die vermuthlich mit der ersten Modification identisch ist.

Äethyl-norm. Butylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_4H_9]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Krystalle aus Wasser. Spec. Gew. 4,826 Le Bel.

Rhombisch bipyramidal.

Fig. 39.



$$a : b : c = 0,4949 : 1 : 0,7181 \text{ Le Bel.}$$

Beobacht. Formen: $q\{011\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$,
 $d\{101\}$, $s\{032\}$, $c\{001\}$.

Die Krystalle besitzen primatischen Habitus, wie ihn die Fig. 39 zeigt. Das Doma $\{032\}$ fehlt bisweilen. Mikroskopisch beobachtet man sehr häufig Zwillinge nach $\{110\}$.

Berechnet: Beob. Le Bel:

$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = 52^\circ 40'$	—
$m : b = (110) : (010)$	$^*63^\circ 40'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) = 71^\circ 22'$	—
$q : b = (011) : (010)$	$^*54^\circ 19'$
$m : q = (110) : (011) = 73^\circ 0'$	—
$d : d = (101) : (10\bar{1}) = 69^\circ 15'$	$69^\circ 4'$
$s : b = (032) : (010) = 42^\circ 54'$	$43^\circ 7'$

An Krystallen, welche mir Herr Le Bel zur Verfügung stellte, konnte ich noch folgende Beobachtungen machen:

Die Krystalle spalten äusserst vollkommen nach $b\{010\}$, weniger vollkommen nach $a\{100\}$ und deutlich nach $c\{001\}$. Diese letzte Spaltbarkeit verräth sich an Plättchen, die $\parallel \{010\}$ abgespalten sind, im Mikroskope durch gerade durchsetzende Risse parallel der Kante $[010 : 011]$.

Die blutrothen, diamantglänzenden Kryställchen sind sehr stark lichtbrechend; die Doppelbrechung ist ebenfalls ziemlich stark. Die Axenebene ist $\parallel (001)$. a ist erste Mittellinie. Optisch $+$. $2E = 99\frac{1}{2}^\circ$ für Na-Licht. Ziemlich starke Dispersion der optischen Axen, $v > q$.

Auf Spaltblättchen nach (010) Pleochroismus und schwache Absorption. a dunkler rothgelblich, b hellgelb grünlich.

Kubische labile Modification. Aus der wässrigen Lösung dieses Salzes krystallisirt es bei Zimmertemperatur anfangs nur in Oktaëdern; untergeordnet erscheinen an denselben noch $\{101\}$ und $\{211\}$; oft kann man auch längere Zeit die reguläre Modification neben der rhombischen mikroskopisch beobachten, bis mit einem Schlage sämtliche regulären Krystalle verschwinden und nur die rhombische Form weiter wächst; übrigens halte ich dafür, dass diese kubische labile Form der hexakistetraëdrischen Klasse angehört; ich beobachtete nämlich einige Male unter den Oktaëdern mit $\{101\}$ und $\{211\}$ auch Tetraëderdurchkreuzungszwillinge nach $\{100\}$, welche ebenfalls die Combination des vorherrschenden $\{111\}$ mit $\{101\}$ und $\{211\}$ besaßen und beim Weiterwachsen der rhombischen Form ebenso rasch verschwanden wie die Oktaëder.

Aethylisobutylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_4H_9]_2$.

Spec. Gew. 4,804 Le Bel.

Dargestellt von J. A. Le Bel (Compt. rend. 1897, **125**, 351), nach welchem die Krystalle rhombisch sind mit dem nahe tetragonalen Axenverhältnisse: $a:b:c = 0,998:4:1,460$.

Einen Theil der von ihm dargestellten Krystalle übersandte mir Hr. Le Bel. Diese Krystalle sind zweifellos optisch einaxig und daher wirklich tetragonal resp. ditetragonal bipyramidal.

$$a:c = 4:2,3285.$$

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $m\{110\}$. $d\{101\}$ ist die herrschende Form (s. Fig. 40).

	Berechnet:	Beobachtet:
$d:d = (101):(10\bar{1}) =$	—	$*46^{\circ}28'$
$d:d = (101):(\bar{1}01)$	$133^{\circ}32'$	$133\ 34$
$d:d = (101):(011)$	$81\ 3$	$81\ 4$
$m:d = (110):(101)$	$49\ 28\frac{1}{2}$	$49\ 28$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{101\}$; nach $\{001\}$ ist eine, wenn auch sehr unvollkommene Spaltbarkeit zu bemerken.

Optisch einaxig. Doppelbrechung +. Farbe rothgelb. Lebhafter Diamantglanz auf frischen Spaltungsflächen. Die Winkel sind an fünf Krystallspaltstücken, die vollkommen spiegelten, gemessen.

Aethylisobutylaminplatinbromid

Isomorph dem vorigen. Spec. Gew. 2,440 Ries.

Ditetragonal bipy. $a:c = 4:2,2935$.

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $m\{110\}$, $a\{100\}$, $e\{103\}$.

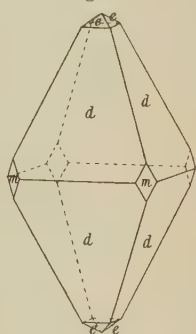
Ausser dem vorherrschenden $\{101\}$ treten noch $\{110\}$, $\{103\}$ auf (Fig. 40). Die schmale Grundkantenabstumpfung konnte ich an einem Krystalle als $\{100\}$ bestimmen.

	Berechnet:	Beobachtet:
$d:d = (101):(10\bar{1}) =$	—	$*47^{\circ}7'$
$d:d = (101):(\bar{1}01)$	$132^{\circ}53$	$132\ 53$
$d:d = (101):(011)$	$80\ 48$	$80\ 48$
$m:d = (110):(101)$	$49\ 36$	—
$e:e = (103):(\bar{1}03)$	$74\ 48$	$74\ 47$
$e:e = (103):(0\bar{1}3)$	$50\ 52$	$50\ 44\frac{1}{2}$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{101\}$.

Die von mir untersuchten Krystalle verhielten sich optisch theils einaxig, theils zweiaxig; in letzterem Falle hatte aber die Axenebene an ver-

Fig. 40.



schiedenen Krystallen keine bestimmt orientirte Lage; einzelne Krystalle enthielten Partien von ein- und zweiaxigem Charakter. $2E = 46^\circ$ ca.; Charakter der Doppelbrechung +.

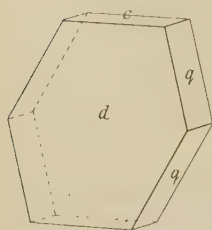
Aethyl-activ-Amylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_5H_{11}]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,708 Le Bel.

Hierüber findet sich nur eine Angabe Le Bel's bez. des Axenverhältnisses l. c. Brieflich theilte er mir eine Skizze der von ihm gemessenen Krystalle mit. Ich habe dieselben entsprechend ihrem pseudotetragonalen Charakter aufgestellt. Hierbei wurde sein $\{261\}$ als $q\{011\}$, sein $\{201\}$ als $e\{001\}$ und sein $\{001\}$ als $d\{101\}$ genommen.

Monoklin. $a : b : c = 4,0456 : 4 : 2,4393$; $\beta = 90^\circ 14$.

Fig. 44.



Dieses hier von mir angegebene Axenverhältniss ist aus dem Le Bel'schen berechnet.

Beob. Formen: $d\{101\}$, $r\{10\bar{1}\}$, $e\{001\}$, $q\{011\}$, $s\{012\}$, $\omega\{121\}$, $e\{\bar{1}03\}$, $x\{\bar{1}12\}$, $o\{\bar{1}11\}$, $m\{\bar{1}10\}$. Die von mir aus wässriger Lösung erhaltenen Krystalle zeigten die einfache Combination Fig. 44 und bisweilen einige andere der von Le Bel beobachteten Formen nur ganz untergeordnet. Le Bel beobachtete

übereinstimmend mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms in der Verbindung asymmetrische Flächenvertheilung, nämlich $\omega\{121\}$ und $s\{012\}$ nur rechts.

	Berechnet:	Beobachtet Ries:
$e : q = (001) : (011) = 67^\circ 42\frac{1}{2}'$		$67^\circ 58' 1)$
$e : d = (001) : (101) \quad 66 \ 36$		$66 \ 35$
$d : r = (101) : (10\bar{1}) \quad 46 \ 25$		—
$e : r = (001) : (\bar{1}01) \quad 66 \ 59$		—
$e : e = (001) : (\bar{1}03) \quad 37 \ 58$		$37 \ 33$
$d : q = (101) : (011) \quad 81 \ 20\frac{1}{2}$		$81 \ 26 \ 1)$
$r : q = (\bar{1}01) : (011) \quad 81 \ 28$		—
$e : s = (001) : (012) \quad 50 \ 39$		$50 \ 56$
$e : x = (001) : (\bar{1}12) \quad 59 \ 28$		$59 \ 27$
$e : o = (001) : (\bar{1}11) \quad 73 \ 39$		$73 \ 30$
$e : m = (001) : (\bar{1}10) \quad 90 \ 10$		$90 \ 25$
$s : x = (012) : (\bar{1}12) \quad 36 \ 32$		$36 \ 5$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $d\{101\}$.

Optische Axenebene $\parallel \{010\}$, auf $d\{101\}$ ist die erste Mittellinie fast senkrecht. Pleochroismus durch $\{101\}$ gesehen schwach.

1) Beide Werthe sind etwas zu hoch im Vergleiche zu den aus den Le Bel'schen Angaben berechneten, stimmen aber mit meiner Messung von $(001) : (101)$ sehr gut überein.

Propylisobutylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_4H_9]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,702 Le Bel.

Eine Angabe über dessen Axenverhältniss bei Le Bel

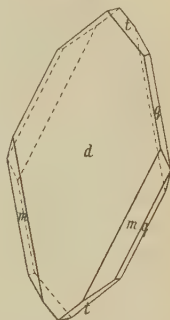
l. c. Wegen der sehr nahen Beziehungen zu Dipropylaminplatinchlorid ist hier die analoge Aufstellung gewählt.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0954 : 1 : 2,6047; \quad \beta = 90^\circ 16'.$$

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $q\{011\}$, $t\{013\}$, $r\{101\}$, $e\{001\}$, $o\{112\}$, $\tau\{103\}$, $s\{123\}$, $\omega\{121\}$, $m\{110\}$.Habitus etc. wie bei Dipropylaminplatinchlorid (Fig. 31, 32). Einmal wurde die Combination d , q , m , t (Fig. 42) beobachtet.

Fig. 42.



Die folgenden Winkelangaben sind Aufzeichnungen des Hrn. J. Le Bel entnommen, und hieraus wurden die übrigen Winkel von mir berechnet und verglichen.

	Berechnet:	Beobachtet Le Bel:
$c : q = (001) : (011) = 68^\circ 58\frac{1}{2}'$		$69^\circ 3'$
$d : q = (101) : (011) = 81^\circ 55\frac{1}{2}'$		$81^\circ 24'$
$r : q = (\bar{1}01) : (011) = 82^\circ 4'$		—
$d : r = (101) : (10\bar{1}) =$	—	$*45^\circ 38'$
$e : t = (001) : (013) =$	—	$*40^\circ 56'$
$d : c = (101) : (001) = 66^\circ 57'$		$67^\circ 5'$
$e : r = (001) : (\bar{1}01) = 67^\circ 24\frac{1}{2}'$		—
$t : d = (013) : (101) = 72^\circ 48'$		$72^\circ 42'$
$d : \tau = (101) : (10\bar{3}) =$	—	$*74^\circ 33'$
$\tau : c = (\bar{1}03) : (001) = 38^\circ 30'$		—

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $d\{101\}$.Optische Axenebene $\parallel \{010\}$, auf $\{101\}$ ist die erste Mittellinie fast \perp .**Inactives Diamylaminplatinchlorid** $PtCl_6[NH_2.C_5H_{11}.C_5H_{11}]_2$.

Von Herrn J. A. Le Bel erhielt ich mehrere Kryställchen, die obige Bezeichnung tragen. Es waren an zweien derselben approximative Messungen möglich. Dieselben zeigten die einfache Combination des Aethylact. Amylaminplatinchlorid (Fig. 44), und auch die Winkelmessungen ergaben ähnliche, nur für $c : d$ stärker abweichende Werthe.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : d = (001) : (101) = 70^\circ 50'$		—
$e : q = (001) : (011) = 68^\circ 10'$		—
$d : q = (101) : (011) = 82^\circ 56'$		$82^\circ 59'$

Optische Axenebene $\parallel \{010\}$. Erste Mittellinie \perp auf $\{101\}$.

Trisubstituirte Chloroplatinate.

Trimethylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.CH_3.CH_3.CH_3]_2$.

Krystalle dieses Salzes wurden beschrieben von Schabus und Luedcke. Dieselben haben keine Angaben über Spaltbarkeit etc. gemacht. Topsøe beschreibt die Krystalle dieser Verbindung als Oktaëder mit untergeordneten Hexaëderflächen. Dieselben besitzen vollkommene Spaltbarkeit nach dem Hexaëder. Sie entstanden nach Topsøe durch Abkühlen heisser Lösungen oder durch langsame Verdunstung derselben bei gewöhnlicher Temperatur. Nachdem auch ich einmal Krystalle dieser hexaëdrisch spaltbaren Modification erhalten hatte, war es mir trotz vielfacher Bemühungen nicht möglich sie wieder darzustellen, auch nicht durch langsame Verdunstung der wässerigen Lösung zwischen 0^0 und -15^0 C. Ich erhielt bei den verschiedensten Bedingungen immer nur Krystalle mit vollkommener oktaëdrischer Spaltbarkeit. Dieselben hatten das spec. Gew. 2,015 und waren als Kubooktaëder ausgebildet, oder das Oktaëder herrschte vor.

$$\begin{aligned} \omega &= 4,5862 (Li), \\ &4,6000 (Na). \end{aligned}$$

Der Werth für Roth ist nur angenähert, da die rothen Strahlen nur ein sehr schwaches Signalbild bei der Messung mittels Refractometer gaben.

Trimethylaminplatinbromid $PtBr_6[NH.CH_3.CH_3.CH_3]_2$.

Spec. Gew. 2,718 Ries. Entsteht unter den gleichen Bedingungen wie die vorige Verbindung. Spaltbarkeit vollkommen nach {111}.

Trimethylaminzinnchlorid $SnCl_6[NH.CH_3.CH_3.CH_3]_2$.

Dargestellt und beschrieben von Th. Hiertdahl, diese Zeitschr. **6**, 466.

Da Hiertdahl keine Angaben über die physikalischen Eigenschaften machte, stellte ich dieses Salz nochmals dar, um eventuell bei demselben eine hexaëdrisch spaltbare Modification finden zu können, erhielt aber auch hier nur oktaëdrisch spaltbare Krystalle. Dieselben waren Würfel mit untergeordnetem Oktaëder. Letzteres ist manchmal im Gleichgewicht mit dem Hexaëder. Selten ist das Oktaëder ausschliesslich ausgebildet.

Spaltbarkeit unvollkommen nach {111}. Spec. Gew. 4,654 Ries.

Trimethylaminiridiumchlorid $IrCl_6[NH.CH_3.CH_3.CH_3]_2$.

Beschrieben von Friedel, Compt. rend. 4885, **100**, 442; Ref. diese Zeitschr. **12**, 638.

Reguläre Oktaëder.

Dimethyläthylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.CH_3.CH_3.C_2H_5]_2$.

Dargestellt von Le Bel.

Dimorph.

I. Modification. Spec. Gew. 1,986 Ries.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,8790 : 1 : 0,6670.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $o\{111\}$, $s\{102\}$, $x\{211\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$. Die Krystalle sind oft tafelig nach $a\{100\}$ und etwas verlängert nach der c -Axe. Meist ist $\{110\}$ vorherrschend (Fig. 43). Beim UmkrySTALLISIREN aus Wasser erhielt ich immer eine Combination sämtlicher oben angegebener Formen, wie sie die Zeichnung veranschaulicht.

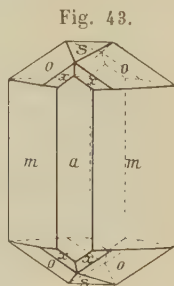


Fig. 43.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : o = (100) : (111) =$	—	*57° 44'
$b : o = (010) : (111)$	—	*62 4
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	55° 58'	—
$m : o = (110) : (111)$	44 42	44 44
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	82 38	—
$m : b = (110) : (010)$	48 44	48 50
$a : s = (100) : (102)$	69 43	69 43
$s : o = (102) : (111)$	32 6	32 5
$s : x = (102) : (211)$	40 27	40 27
$x : x = (211) : (2\bar{1}1)$	40 17	40 20
$a : x = (100) : (211)$	38 22	38 23

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach $c\{001\}$. Farbe sattroth.Optische Axenebene ist $\{001\}$. b ist erste Mittellinie. Dispersion: $q < v$.Messung in α -Bromnaphtalin:

$$2H_a = 76^\circ 21\frac{1}{2}' Na$$

$$75 34 Li$$

$$2H_o = 401 53 Na$$

$$402 57 Li.$$

$$\text{Hieraus berechnet sich: } 2V_a = 77 2 Na$$

$$76 6 Li.$$

Doppelbrechung negativ.

II. Kubische (labile) Modification.

Neben der I. Modification erhielt ich öfters beim Auflösen eines Krystalles der rhombischen Modification zahlreiche Oktaëder, an welchen noch $\{104\}$ und $\{211\}$ auftraten. Diese Oktaëder umgaben sich nach einiger Zeit mit einem Hofe doppelbrechender, rhombischer Prismen, die nach Licht- und Doppelbrechung der rhombischen Modification angehörten. Zuletzt

wurde die ganze oktaëdrische Substanz in ein Aggregat rhombischer Prismen umgewandelt.

Dimethyläthylaminzinnchlorid $\text{SnCl}_6[\text{NH}.\text{CH}_3.\text{CH}_3.\text{C}_2\text{H}_5]_2$.

Spec. Gew. 4,642 bei 17° C. Ries.

Von Herrn Prof. Th. Hiortdahl in Christiania wurde mir eine Anzahl von Krystallen dieser Verbindung in zuvorkommendster Weise zur Untersuchung überlassen.

Krystallsystem: Regulär. Würfel mit untergeordnetem Oktaëder.

Vollkommene Spaltbarkeit nach $\{111\}$.

Methyldiäthylaminplatinchlorid $\text{PtCl}_6[\text{NH}.\text{CH}_3.\text{C}_2\text{H}_5.\text{C}_2\text{H}_5]_2$.

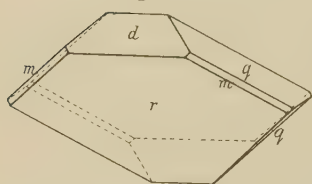
Dimorph.

I. Modification. Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,968 Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,9060 : 1 : 0,8457; \beta = 98^\circ 54\frac{1}{2}'.$$

Fig. 44.



Beob. Formen: $r\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $d\{101\}$, $m\{110\}$ (Fig. 44). Die Krystalle sind regelmässig dicktafelig nach $\{\bar{1}01\}$, wobei die Combination besteht aus $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{101\}$. $\{110\}$ ist sehr selten. Diese Combination tritt in sehr grossen Krystallen auf. Beim Eindunsten der wässerigen Lösung erhielt ich am

Schlusse sehr dünne Täfelchen nach $\{\bar{1}01\}$, an welchen nur noch $\{110\}$ ausgebildet war.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	$*83^\circ 40'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	$*79 \ 46$
$m : r = (\bar{1}10) : (\bar{1}01)$	—	$*62 \ 31$
$d : q = (101) : (011)$	$53^\circ 20'$	$53 \ 32$
$m : d = (110) : (101)$	$56 \ 32$	$56 \ 28$
$r : q = (\bar{1}01) : (011)$	$58 \ 32$	$58 \ 30$
$d : r = (101) : (\bar{1}01)$	$86 \ 4$	$86 \ 17$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{110\}$.

Optische Axenebene $\parallel 010$. Auf $\{\bar{1}01\}$ und $\{101\}$ ist je eine optische Axe sichtbar.

II. Modification. Beschrieben von Th. Hiortdahl, diese Zeitschr. 6, 469 (zur Vergleichung hier wiederholt).

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,7304 : 1 : 0,5426;$$

$$\beta = 94^{\circ} 59'.$$

Beobachtete Formen: $p\{110\}$, $c\{004\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $q\{024\}$. Letztere Form ist l. c. irrtümlich als $\{011\}$ bezeichnet.

Fig. 45.

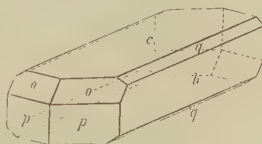
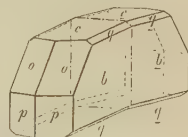
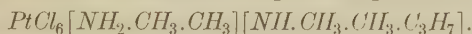


Fig. 46.



Berechnet:	Beobachtet:
$p : p = (110) : (1\bar{1}0) = 72^{\circ} 14'$	$72^{\circ} 14'$
$b : p = (010) : (110) \quad \text{—}$	$*53 \ 53$
$b : o = (010) : (111) \quad \text{—}$	$*66 \ 49$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1) \quad 46 \ 22$	$46 \ 24$
$c : p = (004) : (110) \quad \text{—}$	$*94 \ 36$
$c : p = (004) : (110) \quad 88 \ 24$	$88 \ 30\frac{1}{2}$
$c : o = (004) : (111) \quad 41 \ 53$	$42 \ 6$
$o : p = (111) : (110) \quad 46 \ 32$	$46 \ 17\frac{1}{2}$
$c : \omega = (004) : (1\bar{1}1) \quad 43 \ 21$	$43 \ 45 \text{ ca.}$
$b : q = (010) : (024) \quad 42 \ 36$	$44 \ 41 \text{ ca.}$

Dimethylamindimethylpropylaminplatinchlorid



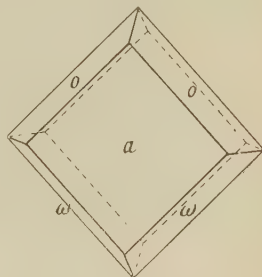
Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 2,044 Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0504 : 1 : 0,9909; \beta = 95^{\circ} 37'.$$

Beobachtete Flächen: $a\{100\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $c\{004\}$. Es standen mir nur sechs Krystalle zur Verfügung, von welchen sich drei als brauchbar zu guten Messungen erwiesen. Dieselben waren mehr oder minder dünntafelig nach $\{100\}$ (Fig. 47), auch theilweise verzerrt nach einer Kante von $\{111, \bar{1}11\}$, in welchem Falle sie prismatischen Habitus hatten.

Fig. 47.



Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}1) = \quad \text{—}$	$*68^{\circ} 48'$
$o : a = (111) : (100) \quad \text{—}$	$*53 \ 23$
$o : \omega = (111) : (\bar{1}11) \quad \text{—}$	$*67 \ 44$
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1) \quad 74^{\circ} \ 7'$	$74 \ 45$
$o : c = (111) : (004) \quad 51 \ 44$	$51 \ 44$
$\omega : c = (\bar{1}11) : (004) \quad 56 \ 22$	$56 \ 24$
$o : \omega = (111) : (1\bar{1}1) \quad 72 \ 24$	$72 \ 19\frac{1}{2}$

Sehr deutliche Spaltbarkeit nach $\{111\}$.

Farbe röthlichgelb; Axenebene $\{010\}$, durch $\{100\}$ ist im convergenten Lichte das Bild einer optischen Axe sichtbar.

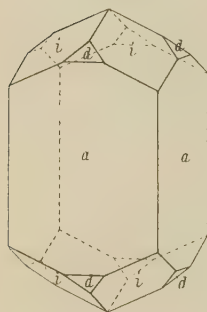
Methyläthylpropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.CH_3.C_2H_5.C_3H_7]_2$.

Spec. Gew. 4,882 Ries. Dargestellt von Le Bel.

Fig. 48.

Krystallsystem: Ditetragonal bipyramidal.

$$a : c = 4 : 0,9449.$$



Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $d\{101\}$, $i\{112\}$.

Das Prisma zweiter Stellung ist die herrschende Form. $\{101\}$ und $\{112\}$ erscheinen meist im Gleichgewichte, manchmal herrscht $\{112\}$ vor (Fig. 48). Die Flächen spiegelten schlecht. Die folgenden Mittel der Winkelwerthe sind an fünf verhältnissmässig gut spiegelnden Krystallen beobachtet worden.

	Berechnet:	Beobachtet:
$i : i = (112) : (\bar{1}\bar{1}2) =$	—	$*65^{\circ}48'$
$a : i = (100) : (112)$	$67^{\circ}24\frac{1}{2}'$	$67\ 25$
$i : d = (112) : (101)$	$28\ 30\frac{1}{2}$	—
$d : d = (101) : (\bar{1}01)$	$84\ 55$	—

Spaltbarkeit unvollkommen bis ziemlich vollkommen nach $\{100\}$.

Farbe roth. Pleochroismus und Absorption schwach. c dunkelroth, a hellgelblich. Doppelbrechung schwach und +.

Beim Erhitzen konnte ich keine Umwandlung bemerken.

Triäthylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$.

Spec. Gew. 4,903 Ries.

Beschrieben von Topsøe, Wiener Akad. 1876, **73** (II) 405; Ref. diese Zeitschr. S, 265. Wegen der sehr nahen Beziehungen zum regulären Dodekaëder wählte ich eine neue Aufstellung dieser Verbindung.

Fig. 49.

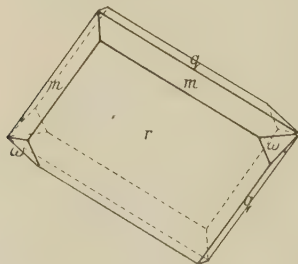
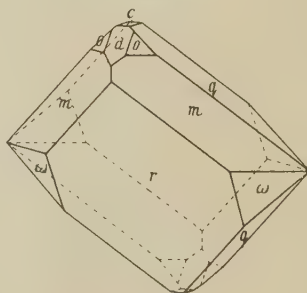


Fig. 50.



Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0028 : 1 : 0,9322; \beta = 99^{\circ}37'.$$

Beobachtete Formen: $r\{\bar{1}01\}$, $d\{101\}$, $q\{011\}$, $m\{110\}$, $c\{001\}$, $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$. Die Krystalle sind immer tafelig nach r . Ausser diesem waren an Topsøe's Krystallen noch vorhanden q , m im Gleichgewichte und ω klein ausgebildet (Fig. 49). Aus wässriger heisser Lösung erhielt ich Krystalle, an denen sämtliche oben angegebenen Formen entwickelt waren, wie Fig. 50 zeigt.

	Berechnet:	Beobachtet Topsøe:
$d : r = (101) : (\bar{1}01)$	$= 84^{\circ} 29'$	$84^{\circ} 29'$
$q : m = (011) : (110)$	—	$*55^{\circ} 23\frac{1}{2}'$
$r : q = (\bar{1}01) : (011)$	—	$*59^{\circ} 37'$
$d : q = (101) : (011)$	$54^{\circ} 28\frac{1}{2}'$	—
$r : m = (10\bar{1}) : (110)$	$64^{\circ} 59\frac{1}{2}'$	$64^{\circ} 58'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$85^{\circ} 43\frac{1}{2}'$	$85^{\circ} 42'$
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	$*90^{\circ} 40\frac{1}{2}'$
$m : d = (110) : (101)$	$58^{\circ} 47'$	$58^{\circ} 48'$
$q : m = (011) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$66^{\circ} 43'$	$66^{\circ} 40'$
$q : m = (011) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$113^{\circ} 47'$	$113^{\circ} 49'$
$r : \omega = (\bar{1}01) : (\bar{1}11)$	$36^{\circ} 42'$	$36^{\circ} 47'$
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (11\bar{1})$	$106^{\circ} 36'$	$106^{\circ} 39'$
$\omega : q = (\bar{1}11) : (011)$	$35^{\circ} 53'$	$35^{\circ} 45'$
$\omega : m = (11\bar{1}) : (110)$	$40^{\circ} 44'$	$40^{\circ} 9'$
$\omega : q = (11\bar{1}) : (011)$	$90^{\circ} 3'$	$90^{\circ} 0'$
$\omega : m = (\bar{1}11) : (110)$	$85^{\circ} 4'$	$85^{\circ} 0'$

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $r\{10\bar{1}\}$ und fast ebenso vollkommen nach $d\{101\}$.

Röthlichgelbe Farbe. Axenebene $\parallel \{010\}$; auf $d(101)$ und $r(\bar{1}01)$ ist das Bild je einer optischen Axe im convergenten Lichte sichtbar.

Triäthylaminplatinbromid $PtBr_6[NH.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$.

Beschrieben von Topsøe l. c. Ich wählte eine Aufstellung wie bei der analogen Chloridverbindung.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,9902 : 4 : 0,9287; \quad \beta = 104^{\circ} 2\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $r\{\bar{1}01\}$, $d\{101\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $o\{111\}$. Die Krystalle sind nach Topsøe entweder kurzprismatisch nach der c -Axe oder besitzen den bei Diäthylaminplatinbromid bereits beschriebenen rhomboederähnlichen Habitus. Topsøe beobachtete hier auch $x\{121\}$, welches an der von ihm untersuchten Chloridverbindung nicht aufgetreten war.

	Berechnet:	Beobachtet Topsøe:
$q : q = (011) : (01\bar{1})$	$= 95^{\circ} 47\frac{1}{2}'$	$95^{\circ} 24\frac{1}{2}'$
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	$*91^{\circ} 38'$
$q : r = (011) : (\bar{1}01)$	—	$*60^{\circ} 33\frac{1}{2}'$
$q : m = (011) : (110)$	$55^{\circ} 40\frac{1}{2}'$	$55^{\circ} 44'$
$r : m = (10\bar{1}) : (110)$	—	$*64^{\circ} 46'$

	Berechnet:	Beobachtet Topsøe:
$q : x = (011) : (121) =$	$270\ 5'$	$270\ 12'$
$m : x = (110) : (121)$	$28\ 5\frac{1}{2}$	$28\ 20$
$r : x = (\bar{1}04) : (121)$	$87\ 38\frac{1}{2}$	$87\ 30$
$d : m = (101) : (110)$	$57\ 13\frac{1}{2}$	$57\ 15$
$d : q = (101) : (011)$	$54\ 22$	$54\ 17\frac{1}{2}$
$q : m = (011) : (\bar{1}10)$	$68\ 24\frac{1}{2}$	$68\ 28$
$\omega : m = (11\bar{1}) : (110)$	$40\ 14$	$40\ 13$
$\omega : q = (\bar{1}11) : (011)$	$37\ 16$	$37\ 19$
$r : \omega = (\bar{1}04) : (\bar{1}11)$	$36\ 29$	$36\ 32$
$\omega : \omega = (\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$72\ 57\frac{1}{2}$	$72\ 58$
$r : d = (\bar{1}04) : (101)$	$86\ 16\frac{1}{2}$	$86\ 13\frac{1}{2}$
$d : x = (101) : (121)$	$50\ 37\frac{1}{2}$	$50\ 32\frac{1}{2}$

Wegen der grossen Aehnlichkeit der Krystallform der folgenden Verbindung mit einem regulären Rhombendodekaëder und den nahen krystallographischen Beziehungen zu anderen Di- und Triäthylaminplatinchloriden halte ich eine kurze Angabe über die wichtigsten krystallographischen Daten dieses Salzes an diesem Orte für geboten.



Dargestellt von A. W. Hofmann, gemessen von Q. Sella l. c. S. 392.

Monoklin spheñoïdisch.

$$a : b : c = 0,9986 : 1 : 0,9934; \beta = 930\ 8'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$ resp. $\{1\bar{1}0\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$, $q\{011\}$ resp. $\{0\bar{1}1\}$. Immer vorhanden sind $(1\bar{1}0)$, $(\bar{1}\bar{1}0)$, (011) und $(01\bar{1})$; bisweilen tritt zu dieser Combination noch die Fläche $\{001\}$ (Fig. 51). Die erstere Combination hat das Aussehen

Fig. 51.

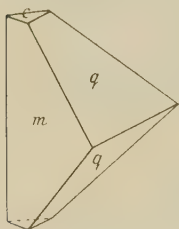


Fig. 52a.

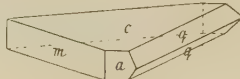


Fig. 52b.



rechtwinkliger Tetraëder, wie sie aus rhombendodekaëdrisch spaltbaren Mineralien durch Spaltung erhalten werden können. Daneben kommen vor dreieckige Tafeln nach $c\{001\}$, mit welchem ausser $a\{100\}$ gewöhnlich $(\bar{1}\bar{1}0)$, $(1\bar{1}0)$, (011) und $(01\bar{1})$ ausgebildet sind (Fig. 52a). Ein Krystall hatte dagegen neben $\{001\}$ und $a\{100\}$ noch (110) und $(\bar{1}10)$, sowie $(0\bar{1}1)$ und $(01\bar{1})$ ausgebildet (Fig. 52b).

	Berechnet:	Beobachtet Sella:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*860\ 52'$
$a : m = (100) : (1\bar{1}0)$	$440\ 55'$	$43\ 8$
$a : q = (100) : (0\bar{1}1)$	$87\ 47$	$87\ 38$

	Berechnet:	Beobachtet Sella:
$c : m = (001) : (\bar{1}\bar{1}0) = 87^{\circ}47'$		$87^{\circ}53'$
$c : q = (001) : (0\bar{1}1)$	44 46	44 47
$m : m = (\bar{1}\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	*90 40
$m : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	58 24	58 5
$m : q = (\bar{1}\bar{1}0) : (0\bar{1}\bar{1})$	64 59	62 41
$q : q = (0\bar{1}1) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	*90 29

Spaltbarkeit wegen zu geringer Grösse nicht beobachtet.

Farbe orangeroth. Parallele Auslöschung in der Zone $[100, 001]$.

Diäthylpropylaminplatinchlorid $PtCl_6 \cdot 11H_2C_2H_5 \cdot C_2H_5 \cdot C_3H_7]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,805 Ries.

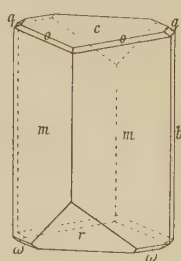
Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,7642 : 1 : 0,52006;$$

$$\beta = 102^{\circ}31'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $c\{001\}$, $r\{\bar{2}01\}$, $\omega\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $q\{011\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$ (Fig. 53). Langprismatische Krystalle. Von den Endflächen sind (001) und $(\bar{2}01)$ vorherrschend. Auch $(\bar{1}\bar{1}1)$ tritt bisweilen gross ausgebildet auf. Die gewöhnliche Combination besitzt alle oben aufgezählten Formen mit Ausnahme von (111) . Letzteres tritt nur selten auf.

Fig. 53.



	Berechnet:	Beobachtet:
$c : r = (001) : (\bar{2}01) = 62^{\circ}41'$		$62^{\circ}42'$
$r : m = (\bar{2}01) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$52\ 46\frac{1}{2}$	52 46
$r : \omega = (\bar{2}01) : (\bar{1}\bar{1}1)$	34 47	34 42
$m : c = (110) : (001)$	—	*79 59
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	44 32	44 32
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	—	*73 44
$m : b = (110) : (010)$	53 23	—
$\omega : \omega = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1)$	50 46	50 42
$c : q = (001) : (011)$	—	*26 55
$m : q = (110) : (011)$	34 38	—
$q : \omega = (011) : (\bar{1}\bar{1}1)$	34 7	33 59
$c : o = (001) : (111)$	$35\ 35\frac{3}{4}$	35 26
$q : o = (011) : (111)$	28 40	28 32
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	44 47	—

Vollkommene Spaltbarkeit nach $m\{110\}$, ziemlich vollkommen nach $c\{001\}$.

Die hellgelbroth gefärbten Krystalle sind diamantglänzend. Auf $\{001\}$ steht die eine der optischen Axen annähernd \perp . $2E = \text{ca. } 85^{\circ}$. Dispersion sehr stark, $\rho < \nu$. Doppelbrechung negativ. Die erste Mittellinie liegt im stumpfen Axenwinkel und bildet mit c einen Winkel von 34° .

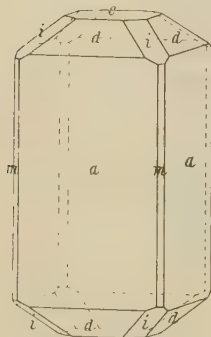
Methyldipropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.CH_3.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,737 Ries.

Fig. 54.

Ditetragonal bipyramidal.

$$a : c = 1 : 0,9490.$$



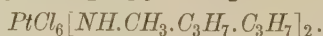
Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $d\{101\}$, $i\{112\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$. Es lagen mir von diesem Salze sehr schöne und grosse Krystalle vor. $\{100\}$ und $\{001\}$ sind an denselben die herrschenden Formen (Fig. 54); rasche Krystallisationen erzeugen langprismatische Krystalle, an welchen nur $\{100\}$ und $\{101\}$ vorhanden sind. $\{120\}$ bisweilen in sehr schmalen Flächen. Im Gegensatze zu Aethyldipropylaminplatinchlorid nicht unzersetzt schmelzbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : d = (001) : (101) =$	$42^\circ 35'$	$42^\circ 32'$
$d : i = (101) : (112)$	$28 \ 35$	$28 \ 33$
$c : i = (001) : (112)$	—	$*33 \ 4$
$i : i = (112) : (1\bar{1}2)$	$45 \ 49\frac{1}{2}$	$45 \ 48\frac{1}{2}$
$a : n = (100) : (120)$	$63 \ 26\frac{1}{2}$	$63 \ 34$
$d : o = (101) : (111)$	$34 \ 5$	—

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $a\{100\}$.

Auf frischen Flächen starker Diamantglanz. Farbe in dickeren Krystallen blutroth, in dünnen Partien gelbroth. Doppelbrechung mässig und +. Der Pleochroismus ist im Gegensatze zu Aethyldipropylaminplatinchlorid sehr lebhaft. a hellgelb, c dunkler roth.

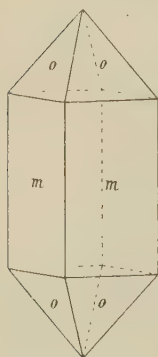
Fig. 55.

Methyldiisopropylaminplatinchlorid


Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,832 Ries.

Rhombisch bipyramidal.

$$0,7393 : 4 : 1,4388.$$



Beobachtete Flächen: $m\{110\}$, $o\{111\}$. Röthliche, trübe Krystalle, an welchen nur Prisma und Pyramide vorhanden ist (Fig. 55). Es waren nur zwei Kryställchen zu Messungen verwendbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : n = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	$*72^\circ 57'$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	—	$*90 \ 56$
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1})$	$63^\circ 36\frac{1}{2}'$	$63 \ 44$
$m : o = (111) : (110)$	$27 \ 34$	$27 \ 27$

Spaltbarkeit nach $\{110\}$ unvollkommen.

Aethyldipropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_2H_5.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Dimorph.

I. Modification. Dargestellt von Le Bel.

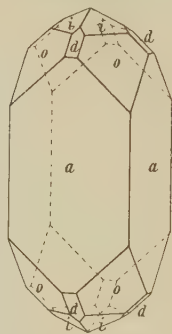
Spec. Gew. 4,726 Ries.

Ditetragonal bipyramidal.

$$a : c = 1 : 0,9094.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $o\{111\}$, $d\{101\}$, $i\{112\}$. Die Verbindung krystallisirt in sehr grossen Krystallen, theils mit sämmtlichen angegebenen Flächen (Fig. 56), theils nur mit Prisma und primärer Bipyramide.

Fig. 56.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : d = (100) : (101) = 47^{\circ} 43'$		$47^{\circ} 44'$
$d : o = (101) : (111)$	33 56	34 2
$d : d = (101) : (\bar{1}01)$	84 34	84 44
$i : o = (112) : (111)$	49 24	49 23
$i : d = (112) : (101)$	28 24	28 19
$i : i = (112) : (1\bar{1}2)$	—	*44 58
$i : i = (112) : (\bar{1}\bar{1}2)$	65 29	65 32

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}$.

Lebhafter Diamantglanz; Farbe dickerer Krystalle blutroth, sonst gelblichroth. Pleochroismus sehr schwach, c dunkelroth, a etwas mehr hellgelblich. Doppelbrechung mässig und +.

Beim Erhitzen wandelt sich die Verbindung in eine II. Modification um. Der Umwandlungspunkt ist bei 407° C. gelegen. Beim Abkühlen tritt infolge Verzögerung die erste tetragonale Form erst zwischen 78° und 88° C. wieder auf.

Tripopylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.C_3H_7]_2$.

Fig. 57.

Dimorph.

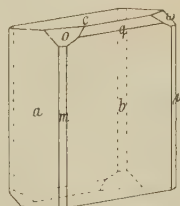
I. Modification. Dargestellt von Le Bel.

Spec. Gew. 4,649 Ries.

Triklin. $a : b : c = 4,1753 : 1 : 0,94608$;

$$\alpha = 86^{\circ} 35', \beta = 94^{\circ} 46\frac{1}{2}', \gamma = 83^{\circ} 54'.$$

Beobachtete Formen; $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $c\{001\}$, $q\{011\}$, $o\{112\}$, $\omega\{1\bar{1}2\}$. Habitus der Krystalle prismatisch nach der zur c -Axe gewählten Richtung. Aus Methylalkohol erhält man die Krystalle mit sämmtlichen oben aufgezählten Flächen (Fig. 57). Dieselben spiegeln sehr gut, indess weichen die Werthe der einzelnen



Winkelablesungen, besonders in der Prismenzone, erheblich von einander ab; bisweilen beträgt die Abweichung fast 30'. Im Folgenden sind die Mittelwerthe aus den Messungen von sieben Krystallen angegeben.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	$47^{\circ} 24'$	$47^{\circ} 16'$
$m : b = (110) : (010)$	49 4	48 52
$b : \mu = (010) : (\bar{1}10)$	42 26	42 44
$\mu : a = (\bar{1}10) : (\bar{1}00)$	44 6	44 16
$m : \mu = (110) : (1\bar{1}0)$	—	*88 30
$\mu : c = (1\bar{1}0) : (004)$	—	*83 48
$c : \omega = (004) : (\bar{1}12)$	33 33	33 50
$\omega : \mu = (\bar{1}12) : (\bar{1}10)$	62 39	62 35
$c : o = (004) : (112)$	—	*29 24
$o : m = (112) : (110)$	60 5	60 9
$c : m = (004) : (110)$	—	*89 29
$b : c = (0\bar{1}0) : (004)$	85 $61\frac{1}{2}$	85 24
$o : b = (112) : (010)$	—	*74 56
$\mu : o = (1\bar{1}0) : (112)$	83 $54\frac{1}{2}$	83 $54\frac{1}{2}$
$o : q = (112) : (011)$	29 44	29 43
$a : o = (100) : (112)$	66 0	65 54
$o : \omega = (112) : (\bar{1}12)$	44 0	44 42

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}$ und $\{010\}$, wenig vollkommen bis deutlich nach $\{\bar{1}12\}$.

II. Modification. Erhalten aus warmer, wässriger Lösung über 30° C. Spec. Gew. 1,568 Ries.

Die Krystalle sind stark diamantglänzend, werden aber nach Entnahme aus der warmen Lösung mehr oder weniger schnell trübe. Manche halten sich einige Tage unverändert.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,4829 : 1 : 0,4388.$$

Beobachtete Formen: $o\{111\}$, $\chi\{034\}$, $x\{334\}$. o und χ sind vorherrschend und geben den Krystallen das Aussehen einer hexagonalen Bipyramide.

	Berechnet:	Beobachtet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}\bar{1}) =$	—	*89° 29'
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$35^{\circ} 58'$	36 8
$\chi : \chi = (034) : (03\bar{4})$	—	*74 27
$o : x = (111) : (334)$	$26\ 27\frac{1}{2}$	$26\ 22\frac{1}{2}$
$\chi : o = (034) : (111)$	47 48	47 50

Vollkommene Spaltbarkeit nach $b\{010\}$.

Aethylpropylisobutylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_2H_5.C_3H_7.C_4H_9]_2$.

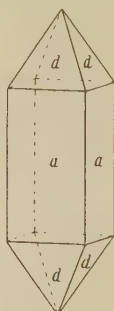
Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 4,732 Ries.

Tetragonal bipyramidal.

$$a : c = 4 : 0,91705.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $d\{201\}$, $q\{104\}$. An den prismatischen Krystallen tritt immer $\{201\}$ (Fig. 58) auf; $\{104\}$ ist ganz selten. Oefters haben die Krystalle spitzpyramidalen Habitus infolge wiederholter Oscillation von $\{201\}$ und $\{100\}$. Da die Pyramidenflächen immer etwas gekrümmt sind, habe ich in den folgenden Winkelangaben das Mittel aus den Messungen an sechs Krystallen angegeben.

Fig. 58.



	Berechnet:	Beobachtet:
$d : d = (201) : (\bar{2}01) =$	—	$*122^\circ 48'$
$d : d = (201) : (021)$	$76^\circ 45'$	$76 \quad 54$

Spaltbarkeit nach $\{100\}$ unvollkommen.

Sehr lebhafter Diamantglanz; Doppelbrechung +.

Aethyldiisobutylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_2H_5.C_4H_9.C_4H_9]_2$.

Dimorph.

I. Modification. Dargestellt von Le Bel. Spec. Gew. 1,680 Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 4,0490 : 4 : 0,6237; \beta = 91^\circ 40'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $d\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $q\{041\}$, $o\{111\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$. Krystalle von prismatischem Habitus und rhombischem Aussehen. Gewöhnliche Combination m , d , r , q . Die beiden Hemidomen

Fig. 59.

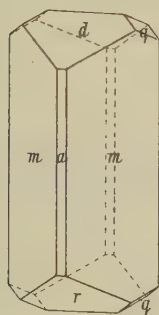


Fig. 60.

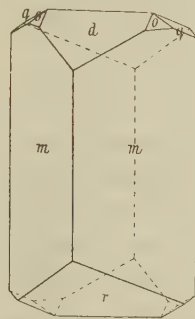
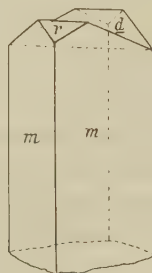


Fig. 64.



und das Klinodoma öfters im Gleichgewicht, wodurch die Combination tetragonalen Habitus erhält. Meistens herrschen jedoch die Hemidomen (Fig. 59) oder eines derselben vor.

Bei rascher Verdunstung des Methylalkohols, in welchem das Salz sehr leicht löslich ist, erhält man regelmässig m , d , r . Lässt man die Lösungsmittel Aethyl- oder Methylalkohol rasch verdunsten, so erhält man sehr prachtvoll glänzende grosse Krystalle; infolge zahlreicher Knickungen sind die Prismenflächen zu Messungen unbrauchbar. Aus heisser wässriger oder alkoholischer Lösung erhält man durch sehr langsame Abkühlung gut messbare Krystalle, an welchen neben m , d , r , q auch o ausgebildet ist (Fig. 60). Die Krystalle sind öfters Zwillinge nach $a\{100\}$ (Fig. 61). Mikroskopisch wurden auch Zwillinge nach einem der beiden Hemidomen beobachtet.

Die Krystalle verlieren vor der Goniometerlampe ziemlich rasch ihren Glanz und bedecken sich mit einem graulichen Schleier. Acht Krystalle wurden gemessen.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*92° 43'
$a : d = (100) : (101)$	58° 3'	58 6
$d : r = (101) : (\bar{1}01)$	61 27	61 26½
$r : a = (\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	60 30	—
$m : d = (\bar{1}\bar{1}0) : (101)$	—	*68 35
$d : q = (101) : (011)$	42 53	42 51
$m : r = (\bar{1}\bar{1}0) : (\bar{1}01)$	—	*70 8
$r : q = (\bar{1}01) : (0\bar{1}1)$	43 26	43 31
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	63 53	63 40
$q : b = (011) : (010)$	58 2½	—
$o : d = (111) : (101)$	27 53½	27 54
$m : o = (110) : (111)$	48 36	48 29
$q : o = (011) : (111)$	51 44	51 20

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $m\{110\}$.

Starker Diamantglanz auf frischen Flächen. Farbe auch an kleineren Krystallen blutroth, an dickeren dunkelroth. Optische Axenebene $\parallel \{010\}$. $2E = 102^\circ$. Sehr starke Dispersion, $\rho < v$. Doppelbrechung ziemlich stark. Lebhafter Pleochroismus auf m : Schwing. $\parallel c$ orangeroth, dazu senkrecht hellgelb mit grünlichem Ton.

Erwärmt man das Salz, so wandelt es sich momentan wie das Tripropylaminplatinchlorid in eine citronengelb gefärbte Modification um. Der Umwandlungspunkt liegt bei 78°C . Ob diese Modification mit der folgenden von mir beschriebenen identisch ist, konnte ich nicht entscheiden, da die Krystalle bei der Umwandlung undurchsichtig werden.

II. Modification. Spec. Gew. 4,563 Ries.

Beim langsamen Abkühlen einer gesättigten heissen Lösung des Salzes erhielt ich rothe, lebhaft glänzende und durchsichtige Krystalle von folgender Form:

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9470 : 1 : 2,5670.$$

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$ (Fig. 62). Die Krystalle sind spitzpyramidal und haben das Ansehen spitzer tetragonaler Pyramiden. Die Basis ist gewöhnlich vorhanden, meistens klein, bisweilen auch gross, so dass die Form dicktafelig erscheint; häufig sind auch Verzerrungen, bei welchen die unteren Domen klein und die oberen sehr gross auftreten. Bei raschem Abkühlen der heiss gesättigten Lösung erhält man Zwillinge nach $\{110\}$ (Fig. 63).

Fig. 62.

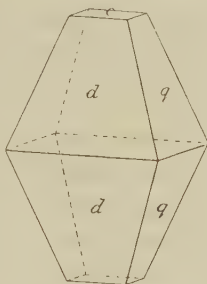
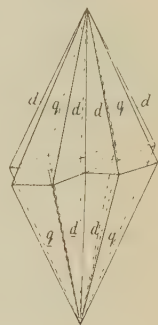


Fig. 63.



Die Flächen spiegeln schlecht.

	Berechnet:	Beobachtet:
$d:d = (101):(10\bar{1}) =$	—	$*40^{\circ}30'$
$q:q = (011):(01\bar{1})$	—	$*42\ 34$
$d:q = (101):(011)$	$82^{\circ}47'$	$82\ 23$

Spaltbarkeit nach $\{001\}$ ziemlich vollkommen, weniger vollkommen nach $\{010\}$.

Doppelbrechung +, schwächer als bei der monoklinen Modification. Die Dispersion ist stark; $q > v$. $2E = 110^{\circ}$ ca. (geschätzt).

Diese Modification ist unbeständig; wenn die Lösung, aus der dieselbe auskrystallisiert, sich unter 30° abkühlt, verschwinden die zuerst gebildeten Krystalle und treten die monoklinen auf; auch die aus der warmen Lösung entnommenen rhombischen Krystalle wandeln sich ziemlich rasch um und werden undurchsichtig und feinfaserig.

Propyldibutylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH.C_3H_7.C_4H_9.C_4H_9]_2$.

Die im Folgenden beschriebenen Krystalle wurden mir mit obiger Bezeichnung versehen von Hrn. J. A. Le Bel übersendet. Spec. Gew. 1,706. Dasselbe differirt also nur um vier Einheiten der dritten Decimalstelle von dem specifischen Gewichte des Propylisobutylaminplatinchlorids, während regelmässig die Verbindungen mit tertiären Aminen ein um so geringeres specifisches Gewicht besitzen als die Verbindungen der secundären Amine, je grössere Alkoholradicale ins Molekül eingetreten sind. Infolge dieser grossen Aehnlichkeit der specifischen Gewichte zweier Körper, die der gleichen pseudotetragonalen Krystallreihe angehören, vermute ich, dass

fraglicher Körper das Chloroplatinat eines secundären Amins ist, vielleicht das von Propyl-secundär-Butylamin.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0717 : 1 : 2,6104; \beta = 91^{\circ} 5'.$$

Beobachtete Formen: $d\{101\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$, $s\{\bar{1}23\}$, $o\{\bar{1}12\}$, $r\{\bar{1}01\}$. Nach $d\{101\}$ dünntafelige Krystalle (siehe Figg. 31, 32). c , s und o nur untergeordnet.

	Berechnet:	Beobachtet:
$c : r = (001) : (\bar{1}01) =$	—	*68° 56'
$c : d = (001) : (101)$	66° 45'	66 52
$d : q = (101) : (011)$	—	*81 54
$c : q = (001) : (011)$	—	*69 2
$q : s = (011) : (\bar{1}23)$	24 2	24 2
$q : o = (011) : (\bar{1}12)$	38 52	38 46

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $d\{101\}$.

Optische Axenebene $\parallel \{010\}$. Auf $\{101\}$ ist die erste Mittellinie fast senkrecht.

Tetrasubstituirte Chloroplatinate.

Tetramethylammoniumplatinchlorid $PtCl_6[N(CH_3)_4]_2$.

Beschrieben von Lüdecke l. c. 49, Topsøe l. c. Spec. Gew. 4,814 Ries.

Reguläre Oktaëder mit untergeordneten Hexaëderflächen.

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{111\}$.

Tetraäthylammoniumplatinchlorid $PtCl_6[N(C_2H_5)_4]_2$.

Beschrieben von Müller, Ann. d. Chem. u. Phys. **93**, 273; Schabus, Ber. d. Wiener Akad. 1855 und Topsøe l. c.

Durch langsame Abkühlung heisser wässeriger Lösungen erhielt ich kubooktaëderähnliche grosse Krystalle. Dieselben waren, wie eine Untersuchung im parallelen polarisirten Lichte erwies, durchgängig aus Zwillinglamellen zusammengesetzt. Die meisten dieser Lamellen besaßen ziemlich starke Doppelbrechung, und ein Theil dieser stark doppelbrechenden Lamellen zeigte im convergenten polarisirten Lichte das Interferenzbild der Axenebene; unter die stark doppelbrechenden Lamellen waren sehr vereinzelt sehr schwach doppelbrechende, scheinbar einer anderen Modification angehörige, eingesprengt. Dieselben zeigten im convergenten polarisirten Lichte bald das Interferenzbild eines zweiaxigen, bald eines scheinbar einaxigen Krystalles; im letzteren Falle erwiesen aber die ziemlich starken Dispersionsfarben der abwechselnden Quadranten der Interferenzfigur den optisch zweiaxigen Charakter. Beiderlei Lamellen gehören derselben monoklinen Modification an, und der so charakteristisch hervortretende starke Unter-

schied der Doppelbrechung ist die Folge der Zwillingsbildung unter Winkeln von annähernd 90°. Endlich traten in den Krystallen vollständig isotrope Lamellen auf; dieselben waren manchmal ziemlich gross und durchzogen von doppelbrechenden Leisten, die sich unter annähernd 90° kreuzten und der monoklinen Modification angehörten. Die doppelbrechenden Leisten waren nach einigen Tagen bei gewöhnlicher Temperatur ebenfalls isotrop geworden. Wurde ein Spaltblättchen, das ausschliesslich aus doppelbrechenden monoklinen Lamellen zusammengesetzt war, erwärmt, so wurde es plötzlich isotrop, beim Abkühlen traten wiederum, aber meist in grösserer oder geringerer Zahl wie anfangs, die doppelbrechenden Lamellen auf. Eine bestimmte Temperatur für die Umwandlung war aber nicht constatirbar. In einem Falle erfolgte die Umwandlung erst bei 99° C., in anderen bei bedeutend niedrigerer Temperatur, etwa 30—50° C. und in anderen Fällen, wie oben bereits erwähnt, bei gewöhnlicher Temperatur ohne Wärmezufuhr.

I. Modification. Spec. Gew. 4,776 Ries.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,9875 : 4 : 0,9348; \beta = 90^\circ 46' \text{ Tops\ae.}$$

Beobachtete Formen: $o\{111\}$, $\omega\{\bar{1}11\}$, $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$. Kubooktaëderähnlich oder tafelig nach $\{111\}$ oder $\{\bar{1}11\}$. Topsøe scheint homogen zusammengesetzte Krystalle untersucht zu haben, da er von der Zwillingsbildung, die so auffallend im polarisirten Lichte sich bemerklich macht, nichts erwähnt und nur angiebt, nach dem optischen Befunde seien die Krystalle monoklin. Die Zwillingslamellirung tritt an meinen Krystallen auch äusserlich hervor durch die feine Streifung der Krystallflächen. Auf den drei quadratähnlichen Pinakoïden geht die Streifung parallel und diagonal zu den die Pinakoïde begrenzenden Kanten. Auf den Pyramidenflächen ist die Streifung nicht so deutlich; sie erscheint hier, wenn sichtbar, als Streifung parallel den Polkanten der Pyramiden, ebenso auch parallel den Grundkanten dieser Flächen. Hieraus folgt, dass die Zwillingsebenen $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$ und $\{110\}$ sind, also Dodekaëdflächen.

	Berechnet:	Beobachtet Topsøe:
$o : c = (111) : (001) =$	—	*52° 43' ± 12'
$\omega : c = (11\bar{1}) : (00\bar{1})$	—	*53 25 ± 12
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	67° 59'	68 4 ± 11
$\omega : \omega = (11\bar{1}) : (1\bar{1}\bar{1})$	—	*68 42 ± 8
$a : o = (100) : (111)$	54 57	54 54 ± 11
$a : \omega = (100) : (11\bar{1})$	55 39	55 44 ± 15
$a : c = (100) : (001)$	89 14	89 23 ± 7

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{111\}$ und $\{11\bar{1}\}$.

Orange gelb, diamantglänzend. Doppelbrechung mittelstark, negativ.

Axenwinkel sehr klein, Dispersion stark, $v < \rho$.

II. Modification. Regulär. Entsteht aus der ersten, besonders beim Erwärmen. Farbe tief blutroth.

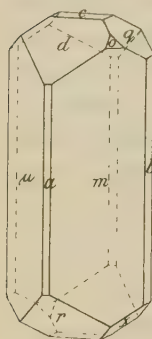
Tetrapropylammoniumplatinchlorid $PtCl_6[N(C_3H_7)_4]_2$.

Dargestellt von Ries aus von Kahlbaum bezogenem Tetrapropylammoniumjodid.

Dimorph.

I. Modification. Spec. Gew. 4,545 Ries.

Fig. 64.



Aus wässriger Lösung durch freiwillige Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur krystallisiert.

Triklin pinakoidal.

$$a : b : c = 4,3228 : 4 : 0,8287;$$

$$\alpha = 90^\circ 34', \beta = 92^\circ 44', \gamma = 92^\circ 40'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $d\{101\}$, $r\{1\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $\chi\{0\bar{1}1\}$, $o\{111\}$. Prismatisch nach der c -Axe; o tritt nur ganz untergeordnet auf; von den Domen ist meist χ vorherrschend, d sehr schmal, doch kommen auch Krystalle vor, deren Flächen ebenmässig ausgebildet sind wie in Fig. 64.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : d = (100) : (101) = 56^\circ 40'$		$56^\circ 45'$
$d : c = (101) : (001)$	$31^\circ 27\frac{1}{2}'$	$31^\circ 27'$
$c : r = (001) : (1\bar{1}01)$	—	$*32^\circ 42\frac{1}{2}'$
$r : a = (1\bar{1}01) : (1\bar{1}00)$	—	$*59^\circ 30'$
$a : c = (100) : (001)$	$87^\circ 47\frac{1}{2}'$	$87^\circ 46'$
$c : b = (001) : (010)$	—	$*89^\circ 24'$
$b : q = (010) : (011)$	$49^\circ 58'$	$50^\circ 0'$
$q : c = (011) : (001)$	$39^\circ 23'$	$39^\circ 22'$
$c : \chi = (001) : (0\bar{1}1)$	—	$*39^\circ 55'$
$\chi : b = (0\bar{1}1) : (0\bar{1}0)$	$50^\circ 44'$	$50^\circ 44'$
$a : m = (100) : (110)$	$54^\circ 25'$	$54^\circ 25'$
$m : b = (110) : (010)$	$36^\circ 24'$	$36^\circ 24'$
$a : b = (100) : (010)$	—	$*87^\circ 49'$
$a : \mu = (100) : (1\bar{1}0)$	$54^\circ 44'$	$54^\circ 44'$
$c : o = (001) : (111)$	$45^\circ 37'$	$45^\circ 34'$
$c : m = (001) : (110)$	$88^\circ 40'$	$88^\circ 44'$
$c : \bar{m} = (001) : (1\bar{1}0)$	$94^\circ 49'$	$94^\circ 47'$

II. Modification.

Dargestellt aus heisser wässriger Lösung zwischen 400° und 400° C.

Die in der warmen Lösung roth aussehenden Krystalle wandelten sich wenige Minuten nach dem Trocknen um und wurden undurchsichtig und

rothgelb, behielten aber ihren Glanz. Werden sie vor der Umwandlung erhitzt, so bleiben sie durchsichtig, wandeln sich aber in eine einfachbrechende Modification um.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,7774 : 1 : 1,7820.$$

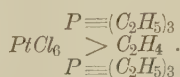
Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $d\{102\}$, $m\{110\}$, $t\{104\}$, $o\{111\}$, $s\{112\}$. Dünntafelig nach $a\{100\}$ oder dickprismatisch nach $\{100\}$ und $\{010\}$, bisweilen Tafeln nach $c\{001\}$ von scheinbar hexagonalem Umrisse. Die Flächen spiegelten trotz des schönen Glanzes infolge zahlreicher Knicungen schlecht.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : d = (100) : (102) = 41^0 4'$		$41^0 10'$
$c : r = (001) : (102)$	—	$*48 56$
$c : o = (001) : (111)$	—	$*71 0$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$70 54$	$70 20$
$c : t = (001) : (104)$	$29 51$	$29 43$
$c : s = (001) : (112)$	$55 28$	$55 22$
$s : s = (112) : (1\bar{1}2)$	$60 44$	$60 32$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$75 42$	$75 45$

Spaltbarkeit vollkommen nach $c\{001\}$.

Wegen der Analogien mit den übrigen substituirten Ammoniumchloroplatinaten habe ich auch hier wieder zwei Aethylenverbindungen eingefügt, nämlich: Aethylenhexäthylidiphosphonium- und Aethylenhexäthylphosphoniumplatinchlorid.

Aethylenhexäthylidiphosphoniumplatinchlorid



Dargestellt von A. W. Hofmann.

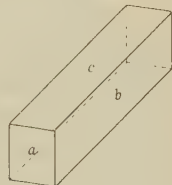
Beschrieben von Q. Sella, l. c.

Monoklin.

$$\beta = 97^0 24'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ (Fig. 65).

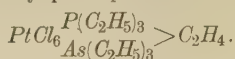
Fig. 65.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : b = (100) : (010) = 90^0 0'$		$90^0 3'$
$a : c = (100) : (001)$	$82 36$	$82 36$
$c : b = (010) : (001)$	$90 0$	$89 57$

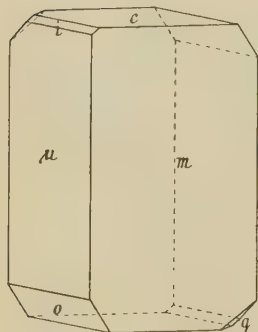
Vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}$, $\{001\}$, sehr vollkommene nach $\{010\}$. Axenebene $\parallel \{010\}$.

Aethylenhexäthylphospharsoniumplatinchlorid



Dargestellt von A. W. Hofmann, beschrieben von Q. Sella, l. c. S. 390 ff.

Fig. 66.



Da die Krystalle dieses Salzes eine Structur besitzen, die der eines regulären Krystalles mit dodekaëdrischer Spaltbarkeit ganz analog ist, habe ich im Folgenden eine entsprechende Aufstellung angenommen. Zwecks näherer Vergleichung sind neben die Winkel dieser Verbindung die correspondirenden des regulären Systems gesetzt.

Triklin pinakoidal.

$$a : b : c = 0,8032 : 1 : 0,9513;$$

$$\alpha = 90^\circ 49', \beta = 94^\circ 40\frac{1}{2}', \gamma = 94^\circ 15'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $c\{001\}$, $o\{111\}$, $q\{01\bar{1}\}$, $i\{1\bar{1}2\}$ (Fig. 66). Die Krystalle sind prismatisch nach der c -Axe verlängert. Die Combination aller Flächen ist die gleiche wie die bei einem regulären Rhombendodekaëder, an welchem noch Würfel, Oktaëder und das Ikositetraëder $\{211\}$ auftreten, und zwar entweder c , m , μ oder m , μ , c , q oder m , μ , c , q , o oder m , μ , c , q , o , i .

	Berechnet:	Beobachtet:	Winkel des regulären Systems:
$m : \mu = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	*84°52'	90° 0'
$m : c = (110) : (001)$	—	*88 14	90 0
$\mu : c = (1\bar{1}0) : (001)$	—	*89 9	90 0
$m : i = (110) : (1\bar{1}2)$	83°48'	83 52	90 0
$m : o = (110) : (111)$	84 14	—	90 0
$m : q = (110) : (0\bar{1}1)$	120 18	—	120 0
$m : q = (1\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	—	*59 42	60 0
$\mu : i = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}2)$	53 3	—	54 44
$\mu : o = (1\bar{1}0) : (111)$	34 25	34 28	35 15 52''
$\mu : q = (1\bar{1}0) : (0\bar{1}1)$	64 4	63 53	60 0
$c : i = (001) : (1\bar{1}2)$	36 6	—	35 15 52
$c : o = (001) : (111)$	123 34	123 38	125 16
$c : o = (00\bar{1}) : (111)$	56 26	—	54 44
$c : q = (001) : (0\bar{1}1)$	46 54	46 37	45 0
$i : o = (1\bar{1}2) : (111)$	87 29	—	89 59 16
$i : q = (1\bar{1}2) : (0\bar{1}1)$	36 30	—	30 0
$o : q = (111) : (0\bar{1}1)$	94 15	—	90 0

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $m\{110\}$ und $\mu\{1\bar{1}0\}$.

Gesetzmässige Beziehungen zwischen den untersuchten Salzen.

Die im vorausgehenden Theile beschriebenen zahlreichen Verbindungen der Platinchlorwasserstoffsäure mit den aliphatischen Aminen und Ammoniumbasen bilden durch Substitution des Wasserstoffes des Ammoniums durch die Alkoholradicale CH_3 , C_2H_5 , C_3H_7 eine fortlaufende chemische Reihe,

innerhalb welcher krystallographische Analogien zu erwarten sind. Allerdings tritt unter der grossen Zahl mannigfaltiger Krystallformen nur eine Gruppe scharf und deutlich hervor. Dieselbe besteht aus jenen Körpern, welche reguläre oder angenähert reguläre Krystallform und vollkommene Spaltbarkeit nach $\{111\}$, bezw. $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, oder beiden besitzen. Da alle diese Krystallformen, mögen sie welchem Krystallsysteme auch immer angehören, sowohl in Habitus als Krystallstructur, oder mindestens letzterer, noch deutlich die Aehnlichkeit mit einem regulären, oktaëdrisch spaltenden Krystalle, der gewissermassen das Vorbild dieser verschiedenen Formen genannt werden kann, erkennen lassen, habe ich für diese Gruppe die Bezeichnung »oktaëdrischer Typus« gewählt. Eine genaue und sorgfältige Analyse der übrigen Formen nach Habitus und Spaltbarkeit liess mich weitere drei Typen sicher erkennen, nämlich einen hexaëdrischen, dodekaëdrischen und tetragonalen. Fast sämtliche beschriebenen Formen sind Glieder eines dieser vier Typen. Bei Aufstellung derselben und Einreihung der einzelnen Glieder habe ich in besonderer Weise, wie oben schon bemerkt, neben den Cohäsionsverhältnissen den Habitus, speciell die Flächencombinationen der nicht regulären Krystalle in ihrer Beziehung zu der eines regulären Krystalles, berücksichtigt. Hierbei ergab sich die Thatsache, dass die beobachteten Formen der meisten nichtregulären Krystalle Analoga der am häufigsten und gewöhnlichsten auftretenden regulären Formen waren, nämlich Hexaëde, Oktaëde, Dodekaëde und Ikositetraëde. In dieser durchgängigen Analogie bietet sich eine schöne Bestätigung der von mir jedesmal getroffenen Einreihung unter einen bestimmten Typus.

Da sich die Substitution des Wasserstoffes in Ammoniak in doppelter Weise vollziehen kann, nämlich entweder durch das gleiche oder durch verschiedene Radicale, sind im Folgenden zweierlei Reihen zu unterscheiden: die Methyl-, Aethyl- und Propylammoniumreihe einerseits, und die der Salze mit verschiedenen Alkoholradicalen andererseits.

Methylaminsalze.

	Oktaëdr. Typus:	Hexaëdr. Typus:	Rhombischer Typus (Pseudotetragonal):
$PtCl_6[NH_4]_2$	Regulär	—	—
$PtCl_6[NH_3 \cdot CH_3]_2$	Trigonal, $\alpha = 79^\circ 51'$	—	—
$SnCl_6[NH_3 \cdot CH_3]_2$	— $\alpha = 81^\circ 5'$	—	—
$IrCl_6[NH_3 \cdot CH_3]_2$	—	—	—
$PtCl_6[NH_2 \cdot CH_3 \cdot CH_3]_2$	—	$a:b:c = 0,9457:1:0,9457; \beta = 96^\circ 40^{(1)}$	$a:b:c = 0,9776:1:1,9949$
$PtBr_6[NH_2 \cdot CH_3 \cdot CH_3]_2$	—	—	$= 0,9939:1:1,9954$
$SnCl_6[NH_2 \cdot CH_3 \cdot CH_3]_2$	—	—	$= 1,0458:1:1,9664$
$IrCl_6[NH_2 \cdot CH_3 \cdot CH_3]_2$	—	—	$= 0,9770:1:1,9690$

1) Diese monoklinen Elemente würden sich statt der S. 332 oben ergeben, wenn man das Spaltungsprisma als Comb. $\{100\} \{001\}$ auffasst.

	Oktaëdr. Typus:	Hexaëdr. Typus:	Rhombischer Typus:
$PtCl_6[NH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	Regulär	—
$PtBr_6[NH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	Regulär	—
$SnCl_6[NH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	—	—
$IrCl_6[NH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	—	—
$PtCl_6[N.CH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	—	—
$PtBr_6[N.CH_3.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	Regulär	—	—

Die vorliegende Reihe beginnt mit dem Platinsalmiak und enthält alle Verbindungen, welche sich von ihm durch Substitution je zweier Wasserstoffatome durch das Radical CH_3 herleiten lassen.

Die Krystallformen dieser Methylaminplatinchloride lassen sich nun auf drei scharf von einander getrennte Typen zurückführen, auf einen oktaëdrischen, hexaëdrischen und pseudotetragonalen.

Dem oktaëdrischen Typus gehören an: Platinsalmiak, Methyl-, Trimethyl- und Tetramethylammoniumplatinchlorid. Sämmtliche besitzen Spaltbarkeit nach $\{111\}$. Methylaminplatinchlorid krystallisirt zwar trigonal, allein Spaltbarkeit und Winkelverhältnisse lassen seine Ableitung von einem regulären Oktaëder erkennen, wie folgende Winkeltabelle zeigt:

	(111):(11 $\bar{1}$)	(11 $\bar{1}$):(1 $\bar{1}$ 1)	(100):(111)	(100):(11 $\bar{1}$)
Platinsalmiak	70°34' 44"	109°28' 16"	54°44' 18"	54°44' 18"
Methylaminplatinchlorid	74 33	113 10	64 4	56 35

Eine hexaëdrische, reguläre Modification tritt auf bei Trimethylplatinchlorid und -bromid. Beide besitzen nach Topsøe vorzügliche Spaltbarkeit nach dem Hexaëder. Es ist mir nur einmal gelungen, diese Modification zu erhalten; leider verwendete ich die erhaltenen Krystalle zum Umkrystallisiren und erhielt dabei nur mehr die oktaëdrische Modification.

Als morphotropes Derivat dieser regulären hexaëdrischen Modification betrachte ich auch die von Vincent dargestellte und von Hiortdahl beschriebene Modification des Dimethylaminplatinchlorids.

Hiortdahl hielt dieselbe für pseudohexagonal und brachte sie in Verbindung mit Methylaminplatinchlorid, in welch' letzterem er eine der hexagonalen Modification des Kieselfluorammoniums nahestehende Form erblickt. Gegen diese Auffassung sprechen aber ganz entschieden die Cohäsionsverhältnisse des Dimethylaminplatinchlorids, welches vorzügliche Spaltbarkeit nach einem sich 90° nähernden Prisma besitzt. Habitus und Spaltbarkeit weisen auf Zugehörigkeit desselben zu den tetragonalen pseudoregulären Triaminplatinchloriden, als deren Vertreter ich in der folgenden, die Aehnlichkeit der Winkel veranschaulichenden Tabelle das Methylpropylaminplatinchlorid gewählt habe.

	(110):(1 $\bar{1}$ 0)	(101):(1 $\bar{1}$ 01)	(011):(0 $\bar{1}$ 1)	(101):011)
Dimethylaminplatinchlorid	96°40' (Spaltb.)	63°58'	69°0'	46° 2'
Methylpropylaminplatinchlorid	90 0 (Spaltb.)	66 2	66 2	45 19

Diese tetragonalen Triaminplatinchloride lassen sich aber ungezwungen betrachten als Derivate einer regulären hexaëdrischen Modification, wie ich bei Besprechung der Krystallformen dieser Körper darthun werde.

Endlich ist noch eine dritte Modification in der Gruppe der Methylaminplatinchloride vorhanden und zwar bei Dimethylaminplatinchlorid, -bromid, sowie dem analogen Zinn- und Iridiumchlorid.

Lüdecke, Hiortdahl und Topsøe halten dieselbe für pseudoregulär; doch widerspricht dieser Annahme die vollkommene Spaltbarkeit nach einer prismatischen Form, deren Winkel ca. 53° beträgt; ebenso sprechen die regelmässig wiederkehrenden Flächen, welche den Habitus bedingen, durchaus gegen eine Zugehörigkeit zu einer regulären Modification.

Diese Gruppe hat dagegen einen ausgeprägten tetragonalen Charakter. Am deutlichsten erscheint derselbe, sowohl was Habitus, als was Structur und Winkel anlangt, bei Dimethylaminzinnchlorid, zu welchem die übrigen im Verhältnisse der Isomorphie stehen.

Bei Dimethylaminzinnchlorid ist $(004):(011) = 63^{\circ} 2'$
 $(004):(104) \quad 63 \quad 24$

Die Winkel des Brachy- und Makrodomas mit der Basis differiren also nur um $22'$. Die Krystalle nähern sich also bis auf wenige Minuten Unterschied tetragonalen Pyramiden zweiter Stellung mit Basis als Endfläche und mit Prismenflächen erster Stellung.

Beide Domen sind als gleich wichtige Structurflächen gekennzeichnet durch die vollkommene Spaltbarkeit nach $\{011\}$ und die fast regelmässig auftretende Zwillingbildung nach $\{101\}$. Eine unvollkommene Spaltbarkeit geht nach $\{001\}$.

Nun existiren aber unter den von mir beschriebenen Platinverbindungen wirklich tetragonale, obigen in allen durchwegs sehr ähnliche Salze, vor allem Aethylisobutylaminplatinchlorid und -bromid.

Die Aehnlichkeit der Winkel zeigt folgende Tabelle:

	$(004):(104)$	$(004):(011)$	$(104):(011)$
Dimethylaminplatinchlorid	—	$63^{\circ} 20\frac{1}{2}'$	—
Dimethylaminzinnchlorid	$63^{\circ} 24'$	$63 \quad 2$	$78^{\circ} 17'$
Aethylisobutylaminplatinchlorid	$66 \quad 46$	$66 \quad 46$	$84 \quad 4$

Aethylisobutylaminplatinchlorid besitzt sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{101\}$ und deutliche bis unvollkommene nach $\{001\}$, verhält sich also auch hierin vollkommen wie Dimethylaminzinnchlorid und seine Isomorphen. Auch tritt gewöhnlich bei beiden die gleiche Combination auf, nämlich $\{101\}$, $\{001\}$, $\{011\}$.

Molekularvolumina der Methylaminplatinchloride aus der oktaëdrischen Reihe.

Die Bestimmung der specifischen Gewichte dieser und aller anderen untersuchten Chloroplatinate erfolgte mittelst der Mohr-Westphal'schen

Wage. Als Flüssigkeit wurde Acetylentetrabromid verwendet, welches mit Toluol eingestellt wurde. Die Angaben beziehen sich auf eine Temperatur von 18° C., wenn nichts anderes bemerkt ist.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Ammoniumplatinchlorid	443,58	3,065	144,72
Methylaminplatinchlorid	471,58	2,540	187,88
Trimethylaminplatinchlorid	527,58	2,046	261,65
Tetramethylammoniumplatinchlorid	555,58	1,844	306,73

Mit fortschreitender Methylierung, wobei das Molekulargewicht wächst, fällt das spezifische Gewicht stetig, so dass umgekehrt die Molekularvolumina zunehmen müssen.

Topische Axenverhältnisse der Methylaminplatinchloride der oktaëdrischen Reihe.

Die folgenden mit χ , ψ und ω bezeichneten Werthe, welche das Verhältniss der Kanten des Elementarparallelepipeds ausdrücken (bezogen auf eine Substanz mit Molekularvolum 1) erhält man aus den oben angeführten Daten durch Anwendung der Formeln, welche von W. Muthmann (diese Zeitschr. **22**, 487 ff.), Tutton (**24**, 1 ff.) und Kraus und Mez (**34**, 389 ff.) entwickelt wurden.

		Diff.:
Platinsalmiak	$\chi = \psi = \omega = 5,2502$	5720
Methylaminplatinchlorid	$= 5,8222$	5741
Trimethylaminplatinchlorid	$= 6,3963$	3605
Tetramethylammoniumplatinchlorid	$= 6,7568$	

Vorstehende Uebersicht über die topischen Axen der in Rede stehenden Körper zeigt deutlich das stetige Wachsthum der Kanten des Elementarparallelepipeds; je mehr Atomgruppen mit zunehmender Methylierung in das Krystallmolekül eintreten, desto grösser wird auch der Raum, den das Molekül des entstehenden Körpers beansprucht.

Ferner ergibt sich, dass das Anwachsen des Elementarparallelepipeds am grössten ist beim Uebergange vom unsubstituirten Platinsalmiak zu Methylaminplatinchlorid; denn die Differenz zwischen den topischen Axen des Platinsalmiak und des nur zwei Methylgruppen statt 2H enthaltenden Methylaminplatinchlorids ist fast ebenso gross, als wie zwischen letzterem und dem vier Methylgruppen mehr enthaltenden Trimethylaminplatinchlorid; ferner ist die Differenz zwischen Tri- und Tetramethylammoniumplatinchlorid etwa $\frac{2}{3}$ der Differenz zwischen Platinsalmiak und Methylaminplatinchlorid. Es bestätigen diese Zahlen, dass die Aenderungen, welche durch Substitution in einem Moleküle hervorgerufen werden, um so grösser sind, je kleiner dasselbe ist.

Leider konnte ich trotz vieler Bemühungen von Dimethylaminplatinchlorid kein oktaëdrisches Glied erhalten. Einigermassen Ersatz für diese

Lücke bietet Aethylaminplatinchlorid. Dasselbe ist chemisch isomer mit ersterem und krystallisirt trigonal mit fast rechtwinkligen Axen; $\alpha = 90^\circ 53'$, spaltet vollkommen nach {111} und gehört also der oktaëdrischen Reihe an. Setzt man dieses ein, so erhält man:

Methylaminplatinchlorid	$\chi = \psi = \omega = 5,8222$	Diff.: 2115
Aethylaminplatinchlorid	6,0337	3626
Trimethylaminplatinchlorid	6,3963	

Wie diese Uebersicht zeigt, fügt sich das Isomere des Dimethylaminplatinchlorids vollständig in die Reihe; seine topischen Axen liegen zwischen denen von Methyl- und Trimethylaminplatinchlorid. Die Differenz zwischen Aethyl- und Trimethylplatinchlorid ist fast die gleiche wie zwischen Trimethyl- und Tetramethylammoniumplatinchlorid, welche letztere 3605 ist.

Aethylaminsalze.

	Oktaëdr. Typus:	Dodekaëdr. Typus:
$PtCl_6[NH_3.C_2H_5]_2$	Trigonal $\alpha = 90^\circ 53'$	—
$PtBr_6[NH_3.C_2H_5]_2$	- $\alpha = 93^\circ 27\frac{1}{2}'$	—
$SnCl_6[NH_3.C_2H_5]_2$	- $\alpha = 94^\circ 58\frac{1}{2}'$	—
$PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_2H_5]_2$	—	$a:b:c = 0,9270:4:0,8575$; $\beta = 93^\circ 46'$
$PtBr_6[NH_2.C_2H_5.C_2H_5]_2$	—	$0,9304:4:0,8674$; $\beta = 94^\circ 13'$
$PtCl_6[NH.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$	—	$1,0028:4:0,9332$; $\beta = 99^\circ 37'$
$PtBr_6[NH.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$	—	$0,9902:4:0,9287$; $\beta = 104^\circ 2\frac{1}{2}'$
$PtCl_6[NC_2H_5.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$ ¹⁾	$a:b:c = 0,9875:0,9348$; $\beta = 90^\circ 46'$	—
Beim Erwärmen regulär werdend		
$PtCl_6[PC_2H_5.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$	Regulär	—
$PtCl_6[SbC_2H_5.C_2H_5.C_2H_5.C_2H_5]_2$	Regulär	—

In der Aethylaminreihe treten zwei deutlich und scharf von einander getrennte Typen auf, nämlich ein oktaëdrischer und ein dodekaëdrischer.

Die Ersetzung eines H-Atoms im Ammoniak des Platinsalms hat eine Aenderung des Krystallsystems zwar zur Folge, allein die so entstehende Krystallform des Aethylaminplatinchlorids hängt noch aufs innigste zusammen mit der eines regulären Krystalles von oktaëdrischer Structur, was auf's deutlichste hervortritt, wenn man alle Flächen des trigonalen Aethylaminplatinchlorids auf trigonale Axen bezieht. Der Winkel der drei Axen weicht nämlich nur um 53' ab von 90°. Die Spaltbarkeit nach {111} ist analog der Spaltbarkeit eines regulären oktaëdrischen Krystalles.

Bedeutend stärker ist die Aenderung bei Aethylaminplatinbromid infolge der Einfügung von 6 Br-Atomen, gegenüber 6 Cl-Atomen.

Der oktaëdrische Typus erscheint nochmals bei Tetraäthylammoniumplatinchlorid. Dasselbe krystallisirt zwar monoklin, aber in Habitus und

1) Topsøe, Wiener Akad. Ber. 73, II; Ref. diese Zeitschr. 8, 268.

Winkeln vollständig analog einer regulären Combination von $\{400\}$ und $\{444\}$. Die Spaltbarkeit nach $\{444\}$ und $\{\bar{4}\bar{4}\bar{4}\}$ lässt die oktaëdrische Structur erkennen. Uebrigens wird Tetraäthylammoniumplatinchlorid bei $99\frac{1}{2}^{\circ}$ wirklich einfachbrechend und regulär, wobei es die oktaëdrische Spaltbarkeit behält.

Leider sind von den regulär krystallisirenden, dem Tetraäthylplatinchlorid analogen Phosphonium- und Stiboniumverbindungen die Cohäsionsverhältnisse nicht untersucht worden. Ich habe diese Verbindungen unter die oktaëdrischen vorläufig eingereiht, da für die Zugehörigkeit zu diesem Typus die grösste Wahrscheinlichkeit besteht.

Ausser dem oktaëdrischen tritt in der Aethylamingruppe noch ein ausgesprochen dodekaëdrischer Typus auf und zwar bei den Di- und Triäthylaminverbindungen.

Diäthylaminplatinchlorid krystallisirt monoklin. Die von Tropsne beschriebenen Krystalle dieses Salzes bilden ein monoklines Rhombendodekaëd ohne jegliche Combination. An den von mir erhaltenen Krystallen treten noch vollzählig die Flächen des Hexaëds und Oktaëds auf; die gleiche Combination wiederholt sich bei Triäthylaminplatinchlorid. Die Spaltbarkeit geht bei Diäthylaminplatinchlorid nach $\{410\}$ und $\{401\}$, bei Triäthylaminplatinchlorid nach $\{101\}$ und $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, also bei beiden nach Flächen, die denjenigen eines regulären Rhombendodekaëders analog sind, so dass die Structur dieser Modification zweifellos eine dodekaëdrische ist. Die folgende Winkeltabelle lässt die Beziehungen der beiden Salze zum Rhombendodekaëder deutlich erkennen.

	$(410):(4\bar{1}0)$	$(404):(\bar{4}04)$	$(044):(0\bar{4}\bar{4})$	$(404):(044)$	$(\bar{4}04):(\bar{0}4\bar{4})$	$(440):(044)$	$(\bar{4}\bar{1}0):(\bar{0}4\bar{4})$
Diäthylaminplatinchlorid	$85^{\circ} 32'$	$85^{\circ} 34'$	$81^{\circ} 6'$	$55^{\circ} 4'$	$57^{\circ} 44'$	$61^{\circ} 28'$	$66^{\circ} 7'$
Diäthylaminplatinbromid	$85 43$	$85 57$	$81 42$	$55 42$	$57 37$	$60 57$	$66 9\frac{1}{2}$
Triäthylaminplatinchlorid	$90 40$	$84 29$	$85 43$	$59 37$	$54 30$	$66 43$	$55 23$
Rhombendodekaëder	$90 0$	$90 0$	$90 0$	$60 0$	$60 0$	$60 0$	$60 0$

Sämmtliche Winkel erscheinen hier als Näherungswerthe an die beiden Winkel eines regulären Rhombendodekaëders, welche 90° und 60° betragen. Sowohl bei Di- als Triäthylaminplatinchlorid besitzen je zwei Hauptzonen fast gleiche Winkel. Bei Diäthylaminplatinchlorid ist

$$(401):(\bar{4}01) = 85^{\circ} 34'$$

$(410):(4\bar{1}0) \quad 85 32$, während der Winkel in der dritten Hauptzone $(044):(0\bar{4}\bar{4}) \quad 81 6$ ist, also merklich abweicht von 90° und den beiden anderen Winkeln.

Bei Triäthylaminplatinchlorid ist

$$(104):(\bar{1}01) = 84^{\circ}29'$$

(011):($\bar{0}\bar{1}1$) $85^{\circ}43'$. Beide Winkel stehen einander sehr nahe, der Winkel der dritten Hauptzone weicht von ihnen bedeutend ab, nämlich $(110):(\bar{1}\bar{1}0) = 90^{\circ}40'$, nähert sich aber hier sehr 90° .

Molekularvolumina und spezifische Gewichte der oktaëdrischen Reihe der Aethylaminplatinchloride.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Platinsalmiak	443,58	3,065	444,72
Aethylaminplatinchlorid	499,58	2,275	249,59
Tetraäthylammoniumplatinchlorid	567,58	4,776	349,58

Auch hier ergibt sich mit fortschreitender Einfügung von Aethylgruppen eine stetige Abnahme des spezifischen Gewichtes und somit Wachstum des Molekularvolumens.

Topische Axenverhältnisse der oktaëdrischen Reihe der Aethylaminplatinchloride.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Ammoniumplatinchlorid	5,2502		5,2502		5,2502	
		7835		7835		7835
Aethylaminplatinchlorid	6,0337		6,0337		6,0337	
		42858		43783		8954
Tetraäthylammoniumplatinchlorid	7,3495		7,4420		6,9288	

Durch die Substitution zweier Wasserstoffatome des Platinsalmiaks durch Aethylradicale haben die drei fast rechtwinkelig aufeinander stehenden Kanten des Elementarparallelepipeds, welche den drei Kanten des Elementarhexaëders von Platinsalmiak gleichwerthig sind, eine sehr bedeutende Verlängerung erfahren. Der Zuwachs gegenüber Ammoniumplatinchlorid beträgt für χ , ψ und ω je 7835. Die Einfügung sechs weiterer Aethylgruppen bedingt in ω eine Aenderung von 8954, bei χ 42858, bei ψ 43783. Diese sechs Aethylgruppen bewirken also in dem schon grossen Molekül des Aethylaminplatinchlorids in einer Richtung, nämlich ω , eine Verlängerung, die nicht viel grösser ist, wie die durch nur zwei Gruppen im Platinsalmiak bewirkte. Auch die Zunahme von χ und ψ ist verhältnissmässig viel geringer als die Differenz zwischen χ und ψ von Ammoniumplatinchlorid und Aethylaminplatinchlorid.

Molekularvolumina und spezifische Gewichte der dodekaëdrischen Aethylaminplatinchloride.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Diäthylaminplatinchlorid	555,58	2,03 (Topsøe)	273,68
Triäthylaminplatinchlorid	644,58	4,903	348,69

Wie vorstehende Uebersicht zeigt, ist bei Triäthylaminplatinchlorid durch Einfügung zweier weiterer Aethylgruppen das spezifische Gewicht

gegenüber Diäthylaminplatinchlorid gesunken, das Molekularvolumen hat also zugenommen.

Topische Axenverhältnisse der dodekaëdrischen Aethylaminplatinchloride.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Diäthylaminplatinchlorid	6,5047	8730	7,0437	3448	6,0443	8497
Triäthylaminplatinchlorid	7,3747		7,3555		6,8640	

In der Richtung der krystallographischen Axen a und c ergibt sich also bei der Triverbindung eine ziemlich gleichmässige Vergrösserung der Entfernung der Centren der Krystallelemente. Auch in der Richtung der b -Axe ist eine bedeutende Zunahme der Entfernung dieser Centren zu constatiren. Immerhin aber ist dieselbe ca. $2\frac{1}{2}$ mal so klein wie in den beiden anderen Richtungen.

Propylaminsalze.

	Oктаëdr. Typus:	Hexaëdr. Typus:	Pseudotetrag.:
$PtCl_6[NH_3.C_3H_7]_2$	Monokl. $a:b:c = 4,6536:4,4435$ $\beta = 104^\circ 26\frac{1}{2}'$	—	—
$PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_3H_7]_2$	—	—	Monoklin $a:b:c = 4,4464:4,25246$; $\beta = 90^\circ 44\frac{1}{2}'$
	Monoklin		
$PtBr_6[NH_2.C_3H_7.C_3H_7]_2$	$a:b:c = 4,4089:4,0,7349$; $\beta = 93^\circ 24'$	$a:b:c = 4,4464:4,0,6408$; $\beta = 104^\circ 45'$	—
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.C_3H_7]_2$	—	—	—
		Triklin	
		$a:b:c = 4,0986:4,0,6660$; $\alpha = 84^\circ 8'$, $\beta = 90^\circ 44'$, $\gamma = 88^\circ 35'$	
$PtCl_6[N(C_3H_7)_4]_2$	—	—	—

Die vorliegenden Krystallformen lassen sich als Derivate dreier Typen betrachten, eines oktaëdrischen, hexaëdrischen und pseudotetragonalen.

Der oktaëdrische Typus erscheint bei Propylaminplatinchlorid und Dipropylaminplatinbromid. Dass Propylaminplatinchlorid in den Winkeln seiner Hauptflächen, die als solche durch die Spaltbarkeit gekennzeichnet sind, sich denen eines regulären Oktaëders nähert, ergibt die folgende Uebersicht. Als Flächen mehr oder minder guter Spaltbarkeit fand ich $a\{100\}$, $c\{001\}$, $o\{\bar{1}11\}$.

$(100):(001)$	$(\bar{1}00):(\bar{1}11)$	$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	$(001):(\bar{1}11)$
$75^\circ 33\frac{1}{2}'$	$69^\circ 59'$	$40^\circ 35'$	$64^\circ 4'$

Diese Winkel zeigen die Tendenz, von beiden Seiten gegen den Oktaëderwinkel von $70^\circ 31' 44''$ resp. dessen Supplement zu convergiren. Bei Propylaminzinnchlorid ist der Winkel von $(\bar{1}00):(\bar{1}11) = 70^\circ 26'$ berechnet und $70^\circ 32'$ beobachtet, also bis auf $4'$ genau gleich dem Oktaëderwinkel.

Bei Dipropylaminplatinchlorid konnte ich nur Krystalle erhalten, welche einer tetragonalen bezw. pseudotetragonalen Reihe angehören. Dieselben

scheinen die beständigste Krystallform dieser Verbindung zu sein, da sie immer zwischen 0° und 100° C. auftreten.

Diesem Typus gehören von anderen Doppelsalzen an: Dimethylaminplatin und -zinnchlorid, Aethylisobutylaminplatinchlorid und -bromid, sowie Propylisobutyl-, Diisobutyl-, Aethylactivamylamin-, inact. Diamylaminplatinchlorid. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten Winkel einiger dieser Körper zusammengestellt.

	(101):(101)	(101):(101)	(101):(011)	(101):(011)	(011):(011)
Dimethylaminzinnchlorid	126° 48'	53° 42'	78° 47'	78° 47'	126° 4'
Dipropylaminplatinchlorid	132 29½	47 30½	84 22	84 35	136 47
Aethylisobutylaminplatinchlorid	133 32	46 28	84 3	84 3	133 32
Aethylisobutylaminplatinbromid	132 53	47 7	80 48	80 48	132 53

Von diesen vier Verbindungen spaltet Dipropylaminplatinchlorid nach {101} vollkommen, nach {011} sehr deutlich, Aethylisobutylaminplatinchlorid und -bromid sehr vollkommen nach {101}, also auch ebenso nach {011}, da es tetragonal krystallisiert, und Dimethylaminzinnchlorid nach {011} und bildet Zwillinge nach {101}.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die Krystalle des Dipropylaminplatinchlorids einer besonderen, krystallographisch deutlich umschriebenen Reihe angehören.

Während bei Dipropylaminplatinchlorid kein Derivat von regulärem Typus erhältlich war, fand ich bei Dipropylaminplatinbromid zwei von regulären Formen sich ableitende Modificationen, eine mit oktaëdrischer und eine mit hexaëdrischer Structur.

Um die Aehnlichkeit der Winkel der oktaëdrischen Modification mit denen eines regulären Oktaëders darzuthun, muss man letzteres als eine rhombische Combination von {110} (dessen längere Diagonale a-Axe) und {101} betrachten. Dann ist:

	(110):(110)	(110):(101)	(110):(101)	(101):(101)
Oktaëder	109° 28' 16"	70° 34' 44"	70° 34' 44"	70° 34' 44"
Dipropylaminplatinbromid	109 10	73 3	75 4	55 3

In der Prismenzone hat sich also die Oktaëderähnlichkeit fast vollkommen erhalten; auch die Zonen [110:101] und [110:101] haben in ihren Winkeln noch sehr grosse Annäherung an die analogen Winkel eines regulären Oktaëders, dagegen ist die Abweichung in der Zone [101:101] relativ gross. Für oktaëdrische Structur spricht ferner die sehr vollkommene Spaltbarkeit nach {110}, d. h. nach zwei Ebenen, deren Winkel 109° 10'. Nach {001} ist die Spaltbarkeit sehr schlecht, besser noch nach {010}. Nach {100} bilden die Krystalle Zwillinge, so dass man versucht sein könnte, diesem Körper auch hexaëdrische Structur zuzuschreiben. Allein die Spaltbarkeit nach {110} ist gegenüber der sehr schlechten nach {001} und der

weniger vollkommenen nach {010} so hervorstechend, dass die oktaëdrische Structur als Grundform angenommen werden muss, um so mehr, da auch {110} die herrschende Form ist.

Hexaëdrische Structur besitzt dagegen die 2. Modification des Dipropylaminplatinbromids, welche ich bei niedriger Temperatur, ca. 0° C., erhielt. Dieselbe steht in sehr naher Beziehung zu der ebenfalls bei gewöhnlicher und noch niedrigeren Temperaturen auftretenden Modification des Tripropylaminplatinchlorids. Um die Aehnlichkeit der Krystallformen beider Körper zu zeigen, habe ich für Tripropylaminplatinchlorid eine dem Dipropylaminplatinbromid analoge Aufstellung gewählt, wobei bei ersterem {100} der gewöhnlichen Aufstellung zu {110}, {110} zu {100} etc. wird.

Dipropylaminplatinbromid $a:b:c = 4,446:4:0,6408$; $\beta = 104^{\circ}45'$
 Tripropylaminplatinchlorid $4,986:4:0,6660$; $\alpha = 84^{\circ}8'$, $\beta = 90^{\circ}44'$, $\gamma = 88^{\circ}35'$.

Beide besitzen Spaltbarkeit nach {110} resp. {110}, Tripropylaminplatinchlorid noch nach einer Fläche, die bei der soeben angewandten Aufstellung als {011} bezeichnet werden muss.

Salze mit verschiedenen Alkoholradicalen.

	Pseudotetragon. Typus:	Hexaëdrischer Typus:
$PtCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$	Rhomb. $a:b:c = 0,9776:4:1,9949$	$0,9457:4:0,9457$; $\beta = 96^{\circ}40'1)$
$PtBr_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$	- $0,9939:4:1,9954$	—
$IrCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$	- $0,9770:4:1,9690$	—
$SnCl_6[NH_2.CH_3.CH_3]_2$	- $0,9844:4:1,9970$	—
$PtCl_6[NH_2.CH_3.C_2H_5]_2$	- $4,1904:4:1,9452$	—
$PtCl_6[NH_2.CH_3.C_3H_7]_2$	- —	Rhomb. $a:b:c = 4,4948:4:0,6847$

Ersetzt man im Dimethylaminplatinchlorid das eine Methylradical durch ein Aethyl- oder Propylradical, so erhält man eine aus drei Gliedern bestehende chemische Reihe, innerhalb welcher krystallographische Beziehungen zum Vorscheine kommen. Dimethylaminplatinchlorid ist dimorph. Es besitzt zwei rhombische Modificationen, von welchen die eine hier als Derivat eines regulären Körpers von hexaëdrischer Structur aufgefasst wird. Zu jeder der beiden Modificationen findet sich unter den Substitutionsproducten ein krystallographisches Analogon.

Die eine Modification, deren Spaltbarkeit nach einem rhombischen Prisma von $53^{\circ}49'$ geht, steht in naher Beziehung zu Methyläthylaminplatinchlorid, welches von Lippitsch (diese Zeitschr. **15**, 503) beschrieben wurde. Letzteres besitzt nämlich ebenfalls einen Prismenwinkel von $53^{\circ}27\frac{1}{2}'$ (Mittel aus den beiden von Lippitsch erhaltenen Werthen). Die a -Axe hat dagegen durch Eintritt von Aethyl an Stelle des Methyl eine Verlängerung

1) S. S. 365 Anmerk.

erfahren. Uebrigens bedarf diese Verbindung einer erneuten Untersuchung, da die von Lippitsch erhaltenen Werthe schlecht miteinander übereinstimmen.

Die 2. Modification des Dimethylaminplatinchlorids steht, wie ich S. 366 ausführte, in naher Beziehung zu den tetragonalen, pseudoregulären trisubstituirten Platinverbindungen, welche eine hexaëdrische Structur besitzen, weshalb auch für diese 2. Modification dieselbe anzunehmen ist. Methylpropylaminplatinchlorid besitzt ebenfalls hexaëdrische Structur. Seine Krystallform ähnelt einem Oktaëder, an welchem zwei gegenüberliegende Ecken durch das Hexaëder abgestumpft sind. Auch in den Winkeln prägt sich noch eine gewisse Aehnlichkeit mit der Combination Oktaëder-Hexaëder aus.

	(110):($\bar{1}$ 10)	(101):($\bar{1}$ 01)	(110):(101)	(100):(110)
Methylpropylaminplatinchlorid	80° 0'	63° 58'	69° 23'	50° 0'
Oktaëder	70 0	70 0	70 0	54 44

Von den zwölf Kantenwinkeln des Oktaëders sind also acht weniger und vier stärker von der Aenderung beeinflusst worden. Die Spaltfläche {100} entspricht einer Hexaëderfläche.

Molekularvolumina des hexaëdrischen Dimethyl- und Methylpropylaminplatinchlorids.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Dimethylaminplatinchlorid 2. Mod.	499,58	2,11	236,76
Methylpropylaminplatinchlorid	555,58	1,968	282,30

Hier ergibt sich wieder Zunahme des Molekularvolumens mit dem Eintritt einer grösseren Gruppe.

	Rhombendodekaëdr. Typus:	Rhomb. Typus:	Oktaëdr. Typus:
$PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_2H_5]_2$	Monoklin $a:b:c=0,9270:1:0,8575$; $\beta=93^\circ 46'$	—	—
$PtCl_6[NH_2.C_2H_5.CH_3]_2$	—	Rhombisch $a:b:c=1,4904:1:1,9452$	—
$PtCl_6[NH_2.C_2H_5.C_3H_7]_2$	—	—	$a:b:c=1,3287:1:0,7080$

Ersetzt man in Diäthylaminplatinchlorid ein Aethylradical durch Methyl oder Propyl, so erhält man drei krystallographisch ganz verschiedene Körper. Dieselben gehören drei verschiedenen Typen an:

Diäthylaminplatinchlorid, wie früher gezeigt, dem rhombendodekaëdrischen,

Aethylmethylaminplatinchlorid einem rhombisch pseudotetragonalen, und

Aethylpropylaminplatinchlorid steht in sehr naher Beziehung zu Dipropylaminplatinbromid, für welch' letzteres ich die Zugehörigkeit zum oktaëdrischen Typus gezeigt habe.

Die folgende Winkeltabelle möge diesen Zusammenhang nochmals erläutern.

	(110):(1 $\bar{1}$ 0)	(110):(101)	($\bar{1}$ 10):($\bar{1}$ 01)	(101):($\bar{1}$ 01)
Aethylpropylaminplatinchlorid	106° 4'	73° 35'	73° 35'	56° 4'
Dipropylaminplatinbromid	109 10	73 3	75 4	55 3
Oктаëder	109 28 16"	70 34 44"	70 34 44"	70 34 44"

Die Spaltbarkeit ist bei beiden organischen Verbindungen eine sehr vollkommene nach {110}, also nach den Oktaëderflächen analogen Flächen.

	Pseudotetrag. Typ.:	Oktaëdr. Typ.:	Hexaëdr. Typus:
$PtCl_6[NH.CH_3.CH_3.H]_2$	$a:b:c=0,9776:1:1,9949$	—	$a:b:c=0,9457:1:0,9457$; $\beta=96^\circ 40'$ (S. S. 365 Anm.)
$PtCl_6[NH.CH_3.CH_3.CH_3]_2$	—	Regulär	Regulär
$PtCl_6[NH.CH_3.CH_3.C_2H_5]_2$	—	Regulär (oktaëdr.?)	$a:b:c=0,9978:1:0,9978$; $\beta=97^\circ 30' 1)$
$SnCl_6[NH.CH_3.CH_3.C_2H_5]_2$	—	Regulär	—
$PtCl_6.NH.CH_3.CH_3.C_3H_7.NH_2.CH_3.CH_3$	—	Monoklin	—
	$a:b:c=1,0504:1:0,9909$; $\beta=95^\circ 37'$		

Diese Reihe beginnt mit Dimethylaminplatinchlorid. Ersetzt man in demselben je ein durch ein Stickstoffatom gebundenes Wasserstoffatom durch ein Methyl-, Aethyl- oder Propylradical, so erhält man eine aus drei Gliedern bestehende Reihe, deren Glieder drei verschiedenen krystallographischen Typen angehören.

Der pseudotetragonale ist vertreten in der 1. Modification des Dimethylaminplatinchlorids, der oktaëdrische Typus erscheint an Trimethylaminplatinchlorid, welches regulär ist und oktaëdrisch vollkommen spaltet; ferner in Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid, welches zwar monoklin ist, aber in seinen Winkeln den Winkeln eines regulären Oktaëders sehr nahe steht und auch nach der den Oktaëderflächen analogen Form {111} ziemlich gute Spaltbarkeit besitzt. Dimethylpropylaminplatinchlorid selbst konnte ich bis jetzt nicht in brauchbaren Krystallen erhalten, da es überaus grosse Neigung zur Bildung übersättigter Lösungen besitzt. Vielleicht gehört zur oktaëdrischen Reihe auch Dimethyläthylaminplatinchlorid, von dem ich nur mikroskopische Oktaëder der einen Modification erhielt. Die folgende Winkeltabelle des Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorids zeigt die Aehnlichkeit seiner Winkel mit den Oktaëderwinkeln.

Dimethyl-dimethylpropyl- aminplatinchlorid	(111):(1 $\bar{1}$ 1)	(111):($\bar{1}$ 11)	($\bar{1}$ 11):($\bar{1}$ 11)	(111):(11 $\bar{1}$)
	68° 48'	67° 44'	74° 7'	72° 24'

Der hexaëdrische Typus ist vertreten durch die eine Modification des Dimethylaminplatinchlorids, auch durch Trimethylaminplatinchlorid, welches nach Angabe Topsøe's regulär mit hexaëdrischer Spaltbarkeit krystallisiert, ferner durch Dimethyläthylaminplatinchlorid. Letzteres steht einer regu-

1) Diese monoklinen Elemente würden sich statt der S. 347 angeführten ergeben, wenn man das Prisma m als Combination {100} {001} und die Spaltungsebene c als {010} betrachtet.

lären Combination von Würfel und Dodekaëder sehr nahe, wie folgende Tabelle lehrt. Die in der speciellen Beschreibung dieses Salzes als Prismen bezeichneten Flächen werden bei dieser Betrachtungsweise Analoga der Würfel-flächen, ebenso Makro- und Brachypinakoid Analoga der verticalen Rhombendodekaëderflächen, und die primären Pyramidenflächen werden Dodekaëderflächen.

	(110):(170) (101):(701) (011):(071) (104):(044) (104):(074) (110):(104) (170):(104)
Rhombendodekaëder	90° 90° 90° 60° 60° 60° 60°
	(100):(010) (111):(771) (771):(171) (111):(771) (111):(771) (010):(111) 100):(111)
Dimethyläthylaminplatinchlor.	90° 90° 16' 90° 16' 64° 32' 55° 58' 62° 41' 57° 44'

Die ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach {001} deutet auf hexaëdrische Structur.

Molekularvolumina von Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid und Trimethylaminplatinchlorid.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Trimethylaminplatinchlorid	527,58	2,045	261,65
Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid	544,58	2,044	264,96

Auch hier zeigt sich wieder die Thatsache, dass mit Zunahme des Molekulargewichtes, welche Zunahme durch die Einführung von mehreren und grösseren Radicalen bedingt ist, auch das Molekularvolum wächst.

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Trimethylaminplatinchlorid	6,3963		6,3963		6,3963	
		2709		—484		—1062
Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid	6,6672		6,3479		6,2901	

In der Richtung der a -Axe haben sich die Centren der Krystallmoleküle sehr bedeutend von einander entfernt bei Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid im Vergleich mit Trimethylaminplatinchlorid, in der Richtung b und c hat die Entfernung abgenommen, verhältnissmässig wenig in der Richtung der b -Axe, mehr aber in der Richtung der c -Axe.

Molekularvolumina und specifische Gewichte von Dimethylaminplatinchlorid und Dimethyläthylaminplatinchlorid.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Dimethylaminplatinchlorid	499,58	2,11	236,76
Dimethyläthylaminplatinchlorid	555,58	4,986	279,70

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Dimethylaminplatinchlorid	6,0860		6,0860		6,4354	
		4967		4967		2858
Dimethyläthylaminplatinchlorid	6,5827		6,5827		6,7212	



	Hexaëdr. Typus:	Dodekaëdr. Typus:
$PtCl_6[NH.CH_3.C_2H_5.CH_3]_2$	Rhomb. $a:b:c=0,9978:4:0,9978$; $\beta=97^\circ 30'$ (s. S. 376 Anm.)	—
$PtCl_6[NH.CH_3.C_2H_5.C_2H_5]_2$	—	Monokl. $a:b:c=0,9060:4:0,8457$; $\beta=98^\circ 51\frac{1}{2}'$
$PtCl_6[NH.CH_3.C_2H_5.C_3H_7]_2$	Tetragonal $a:c=1:0,9149$	—

In dieser Reihe ist das eine Methylradical des Dimethyläthylaminplatinchlorids successive durch Aethyl und Propyl ersetzt. Die so entstehenden Verbindungen sind durchwegs morphotrope Derivate regulärer Formen und gehören dem hexaëdrischen und dodekaëdrischen Typus an. Die Zugehörigkeit des Dimethyläthylaminplatinchlorids zum hexaëdrischen Typus ist im vorigen Abschnitte behandelt worden. Aethylmethylpropylaminplatinchlorid ist tetragonal, spaltet gut nach {100}. Seine Flächen repräsentiren die Combination eines pseudoregulären Dodekaëders mit Würfel und Ikositetraëder {211}.

	(104) : ($\bar{1}$ 04)	(404) : (044)	(442) : ($\bar{4}$ 12)
Aethylmethylpropylaminplatinchlorid	84° 53'	57° 4'	65° 48'
Rhombendodekaëder	90 0	60 0	70 31 46''

Wie aus dieser Uebersicht hervorgeht, zeigt Aethylmethylpropylaminplatinchlorid in den Winkeln seiner Formen durchwegs grosse Annäherung an die Winkel der analogen Formen eines regulären Krystalles der Combination Würfel, Dodekaëder und Ikositetraëder. Diese Winkelähnlichkeit und das Auftreten der einfachsten Formen, welche auch im regulären Systeme zu den einfachsten gehören, weisen auf pseudoreguläre Structur hin und zwar zufolge der Spaltbarkeit nach {100} auf hexaëdrische.

Diäthylmethylaminplatinchlorid gehört dem dodekaëdrischen Typus an. Die Combination seiner Flächen ist ein monoklines Dodekaëd, dessen Winkel denen eines regulären Dodekaëders sich durchwegs nähern.

(440) : (4 $\bar{4}$ 0)	(044) : (0 $\bar{4}$ 4)	(404) : ($\bar{4}$ 04)	(404) : (044)	($\bar{4}$ 04) : (044)	(440) : (104)	($\bar{4}$ 40) : ($\bar{4}$ 04)
83° 40'	79° 46'	86° 4'	58° 32'	53° 20'	56° 28'	62° 31'

Die Spaltbarkeit geht nach {440}, also nach einer rhombendodekaëdrischen Form.

Molekularvolumina und specifische Gewichte der hexaëdrischen Dimethyläthylamin- und Methyläthylpropylaminplatinchloride.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Dimethyläthylaminplatinchlorid	555,58	4,986	279,70
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	614,58	4,882	324,96

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Dimethyläthylaminplatinchlorid	6,5827		6,7212		6,7212	
		4994		4994		—2421
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	7,0818		7,0818		6,4791	

Die Ersetzung eines Methyls im Dimethyläthylaminplatinchlorid durch Propyl hat ein starkes Anwachsen der Entfernung der Centren der Krystallmoleküle im Elementarparallelepiped nach den zwei gleichen Richtungen χ und ψ , welche den zwei horizontalen Würfelkanten entsprechen, in Gefolge. Die Höhe des Parallelepipeds hat aber bedeutend abgenommen und zwar fast um die Hälfte des Zuwachses nach den beiden anderen Richtungen.

	Hexaëdr. Typus:	Oктаëdr. Typus:
$PtCl_6[NH.CH_3.C_3H_7.H]_2$	Rhomb. ($\alpha:b:c=4,4948:4:0,6847$)	—
$PtCl_6[NH_2.CH_3.CH_3.NH.CH_3.CH_3.C_3H_7]_2$	—	Monokl. $4,0504:4:0,9909; \beta=95^\circ 37'$
$PtCl_6[NH.CH_3.C_3H_7.C_2H_5]_2$	Tetrag. $\alpha:c=4:0,9449$	—
$PtCl_6[NH.CH_3.C_3H_7.C_3H_7]_2$	Tetrag. $\alpha:c=4:0,9490$	—

Wird im Methylpropylaminplatinchlorid ein Wasserstoffatom von jeder Ammoniumgruppe durch Methyl, Aethyl oder Propyl substituiert, so entsteht eine chemische Reihe, von deren Gliedern zwei krystallographische Typen bekannt sind. Methylpropyläthylamin- und Methylpropylaminplatinchlorid ähneln noch dem Ausgangsgliede, nämlich Methylpropylaminplatinchlorid, besitzen aber höhere Symmetrie und lassen die Aehnlichkeit mit einer regulären Combination von Hexaëder, Dodekaëder und Ikositetraëder wohl erkennen. Dimethylpropylaminplatinchlorid konnte ich bisher in messbaren Krystallen nicht erhalten. Ersatz hierfür bietet Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid, welches der Substitution der einen Ammoniumgruppe zufolge in diese chemische Reihe gehört. Es krystallisirt monoklin, ist aber in seinen Winkeln sehr ähnlich einem regulären Oktaëder; die Spaltbarkeit nach {111} lässt die oktaëdrische Structur erkennen.

Molekularvolumina und spezifische Gewichte der hexaëdrischen Reihe.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Methylpropylaminplatinchlorid	555,58	4,968	282,30
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	614,58	4,882	324,96
Methyldipropylaminplatinchlorid	639,58	4,735	368,58

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Methylpropylaminplatinchlorid	6,3740		6,3740		7,0550	
				7078		—5739
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	7,0818		7,0818		6,4794	
		2902		2902		2959
Methyldipropylaminplatinchlorid	7,3720		7,3720		6,7750	

Eigenthümlich ist das ganz gleichmässige Wachsen von χ , ψ und ω bei Methyldipropylaminplatinchlorid gegenüber Methyläthylpropylaminplatinchlorid. Wie später sich ergeben wird, erfährt bei diesen trisubstituirten tetragonalen pseudohexaëdrischen Chloroplatinaten ω die kleinste Verän-

derung, so dass die Differenz für ω zwischen Methylpropylaminplatinchlorid und Aethylpropylaminplatinchlorid 638, zwischen letzterem und Tripropylaminplatinchlorid nur 339 beträgt. Dagegen ist die Differenz zwischen Methyläthylpropylamin- und Methylpropylaminplatinchlorid 2959 für ω und 2902 für χ und ψ . Da Methyläthylpropylaminplatinchlorid in seinen Winkeln und im Axenverhältnisse den übrigen tetragonalen so nahe steht, muss dieses ganz abweichende Verhalten seiner topischen Axen seinen Grund in der Structur haben. In der That weicht dieses Salz in seinen Cohäsionsverhältnissen bedeutend von den übrigen tetragonalen Krystallen ab. Während diese sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $\{100\}$ besitzen, ist die Spaltbarkeit nach $\{100\}$ bei Methylpropyläthylaminplatinchlorid weniger vollkommen.

Hexaëdrischer Typus:

$PtCl_6[NH.CH_3.C_2H_5.C_3H_7]_2$	Tetrag. $a:c = 1:0,9149$	—
$PtCl_6[NH.C_2H_5.C_2H_5.C_3H_7]_2$	—	Monokl. $a:b:c = 0,7612:1:0,52006$; $\beta = 102^{\circ}34'$
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_2H_5.C_3H_7]_2$	Tetrag. $a:c = 1:0,9094$	—

Ersetzt man im Methyläthylpropylaminplatinchlorid die Methylgruppe abwechselnd durch Aethyl oder Propyl, so erhält man Methyläthylpropylamin- und Aethylpropylaminplatinchlorid, welche beide dem hexaëdrischen Typus angehören. Ueber die Stellung von Diäthylpropylaminplatinchlorid kann ich noch nichts Abschliessendes angeben. Nimmt man $\{201\}$ als $\{100\}$ und $\{110\}$ als $\{111\}$, so hat man: $(111):(1\bar{1}1) = 73^{\circ}44'$ und $(100):(111) = 52^{\circ}46'$. Beide Winkel erinnern sehr an die analogen Winkel der Combination eines regulären Oktaëders mit Hexaëder. Man könnte darnach die Krystalle als zur oktaëdrischen Modification gehörig betrachten, da die Spaltbarkeit sehr vollkommen nach der prismatischen Form, deren Winkel $73^{\circ}44'$ ist, geht. Allein von den drei immer wiederkehrenden Flächen ist die dritte, welche in der Beschreibung als $\{001\}$ genommen ist und auch bei oktaëdrischer Stellung $\{001\}$ würde, in ihren Winkeln zu (100) und (111) gar nicht übereinstimmend mit den analogen regulären.

Molekularvolumina und specifische Gewichte der hexaëdrischen Modification.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gëw.:	Molek.-Vol.:
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	611,58	4,882	324,96
Aethylpropylaminplatinchlorid	667,58	4,726	386,73

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Methyläthylpropylaminplatinchlorid	7,0848		7,0848		6,4791	
		4384		4384		3597
Aethylpropylaminplatinchlorid	7,5202		7,5202		6,8388	

Das Molekularvolum hat bei Aethyldipropylaminplatinchlorid eine bedeutende Zunahme erfahren gegenüber dem von Methyläthylpropylaminplatinchlorid; demzufolge müssen auch die topischen Axen bedeutend wachsen; am grössten ist es in den Richtungen χ und ψ , geringer, aber doch noch sehr bedeutend, in der Richtung ω .

Dodekaëdrischer Typus:

$PtCl_6[NC_2H_5.C_2H_5.H.H]_2$	Monokl. $a:b:c=0,92704:0,8575$; $\beta=93^{\circ}46'$	—
$PtCl_6[NC_2H_5.C_2H_5.CH_3.H]_2$	- $a:b:c=0,90604:0,8457$; Monokl. $a:b:c=0,73044:0,5426$; $\beta=98^{\circ}54\frac{1}{2}'$ $\beta=91^{\circ}59'$	
$PtCl_6[NC_2H_5.C_2H_5.C_2H_5.H]_2$	- $a:b:c=1,00284:0,9322$; $\beta=99^{\circ}37'$	—
$PtCl_6[NC_2H_5.C_2H_5.C_3H_7.H]_2$	—	Monokl. $a:b:c=0,76424:0,52006$; $\beta=102^{\circ}34'$

Ersetzt man in Diäthylaminplatinchlorid von den zwei Wasserstoffatomen eines jeden Ammoniums immer einen durch Methyl, Aethyl oder Propyl, so erhält man obige Reihe. Sämmtliche Verbindungen krystallisiren monoklin; drei derselben, nämlich Diäthylamin-, Diäthylmethylamin- und Triäthylaminplatinchlorid, zeigen aber eine grosse Aehnlichkeit in Winkeln, Spaltbarkeit und Habitus mit einem regulären Dodekaëder.

Diäthylmethylaminplatinchlorid ist dimorph. Die 2. Modification zeigt in ihrem Axenverhältnisse und Winkeln Aehnlichkeit mit Diäthylpropylaminplatinchlorid, von welchem die dodekaëdrische Modification nicht bekannt ist. Leider ist von Hiortdahl, der erstere beschrieben hat, keine Angabe über Spaltbarkeit gemacht worden. Ueber seine Stellung und Verhältniss zu einer regulären Modification kann ich darum wie bei Diäthylaminplatinchlorid nicht urtheilen.

Molekularvolumina und specifische Gewichte der dodekaëdrischen Modification.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Diäthylaminplatinchlorid	555,58	2,03	273,68
Diäthylmethylaminplatinchlorid	583,58	1,968	296,49
Triäthylaminplatinchlorid	644,58	1,903	318,69

Mit steigendem Molekulargewichte sinkt auch hier das specifische Gewicht und wächst dementsprechend das Molekularvolum.

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Diäthylaminplatinchlorid	6,5047	1274	7,0137	3029	6,0443	1734
Diäthylmethylaminplatinchlorid	6,6288	4097	7,3466	2979	6,1877	3351
Triäthylaminplatinchlorid	7,0385		7,0487		6,5428	

	Oктаëdr. Typus:	Hexaëdr. Typus:	Tetragon. Typus:
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.H]_2$	—	—	Monoklin $a:b:c=4,1464:4,25246$; $\beta=90^\circ 14\frac{1}{2}'$
$PtBr_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.H]_2$	Monoklin $a:b:c=4,4089:4,07349$ $\beta=93^\circ 24'$	Monoklin $a:b:c=4,4464:4,06108$ $\beta=104^\circ 45'$	—
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.CH_3]_2$	—	Tetrag. $a:c=4:0,9490$ (4:0,6498)	—
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.C_2H_5]_2$	—	Tetrag. $a:c=4:0,9094$ (4:0,6430)	—
$PtCl_6[NH.C_3H_7.C_3H_7.C_3H_7]_2$	—	Triklin $a:b:c=4,4753:4:0,94608$ $\alpha=86^\circ 35'$, $\beta=94^\circ 46\frac{1}{2}'$, $\gamma=83^\circ 54'$ ($a:b:c=4,0986:4:0,6660$) $\alpha=84^\circ 8'$, $\beta=90^\circ 40\frac{1}{2}'$, $\gamma=88^\circ 35'$	—

Die Reihe beginnt mit Dipropylaminplatinchlorid; in den folgenden Gliedern ist statt des einen Wasserstoffatoms jeder Ammoniumgruppe Methyl, Aethyl oder Propyl eingetreten. Es treten hier drei verschiedene krystallographische Typen auf. Dieselben sind schon im Vorhergehenden näher besprochen worden. Es erübrigt hier nur noch die Zugehörigkeit von Dipropylaminplatinbromid und Tripropylaminplatinchlorid zum hexaëdrischen Typus zu erörtern. Dieser Typus prägt sich besonders deutlich aus in Methyldipropylamin- und Aethyldipropylaminplatinchlorid. Um Gleichheit der Indices mit Dipropylaminplatinbromid II. Mod. zu erzielen, habe ich in der folgenden Winkeltabelle die Indices gewählt, wie sie einer Auffassung der tetragonalen Spaltungsprismen als Prismen erster Art entsprechen. Die dieser Aufstellung entsprechenden Axenverhältnisse sind in obiger Uebersicht der Axenverhältnisse in Klammer unter das hexaëdrische Axenverhältniss gesetzt.

	(110):(110)	(011):(001)	(101):(001)	(111):(111)	(111):(111)	(111):(111)	(101):(111)	(011):(111)
Dipropylaminplatinbromid II. M.	95° 4'	30° 53'	—	52° 4'	59° 48'	26° 2'	—	—
Methyldipropylaminplatinchl.	90 0	33 4	33° 4'	57 40	57 40	28 35	28° 35'	—
Aethyldipropylaminplatinchl.	90 0	32 44 $\frac{1}{2}$	32 44 $\frac{1}{2}$	56 48	56 48	28 24	28 24	—
Tripropylaminplatinchlorid	96 28	33 33	29 24	—	—	29 44	26 34	—

Sämmtliche hier aufgezählte Verbindungen besitzen sehr vollkommene Spaltbarkeit nach einer rechtwinkeligen, bezw. angenähert rechtwinkeligen prismatischen Form. Der Charakter der Doppelbrechung ist bei sämmtlichen +.

Molekularvolumina und spezifische Gewichte der hexaëdrischen Reihe.

	Molek.-Gew.:	Spec. Gew.:	Molek.-Vol.:
Methyldipropylaminplatinchlorid	639,58	4,735	368,58
Aethyldipropylaminplatinchlorid	667,58	4,726	386,73
Tripropylaminplatinchlorid	695,58	4,649	421,84

Topische Axen.

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
Methyldipropylaminplatinchlorid	7,3720		7,3720		6,7750	
		4482		4482		688
Aethyldipropylaminplatinchlorid	7,5202		7,5202		6,8388	
		40476		—2559		339
Tripropylaminplatinchlorid	8,5378		7,2643		6,8727	

Mit steigendem Molekulargewicht wird die Entfernung der Centren der Krystallelemente längs der *c*-Axe nur wenig geändert, sehr stark aber in den Richtungen *a* und *b*. In der durch *a* und *b* bestimmten Ebene scheint also bei dieser Gruppe die Einlagerung neuer Radicale vor sich gegangen zu sein, besonders bei Tripropylaminplatinchlorid.

Uebersicht.

In der Uebersicht auf S. 384 sind nur die Platinchloridverbindungen aufgeführt, wenn die Bromid- und Zinnchloridverbindungen der gleichen Modification angehören. Andernfalls sind auch letztere einbezogen.

Aus dieser Uebersicht ergeben sich einige bemerkenswerthe Thatsachen. Die Chloroplatinate der drei niedersten primären Amine zeigen in ihren Krystallformen noch mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit mit der Muttersubstanz, dem regulären, oktaëdrisch spaltenden Platinsalmiak, wenn auch die Abänderungen in verschiedener Weise vor sich gegangen sind. Dagegen ist bei den Krystallformen der secundären Amine der oktaëdrische Typus der Ausgangssubstanz fast ganz verloren gegangen. Nur zwei Verbindungen, Dipropylaminplatinbromid und Aethylpropylaminplatinchlorid, zeigen in ihren schon bedeutend abgeänderten Formen noch deutliche Beziehung zu einem regulären, oktaëdrisch spaltenden Krystalle. Dagegen tritt in dieser Gruppe und auf dieselbe ausschliesslich beschränkt, ein anderer wohlcharakterisirter tetragonaler Typus auf, der schon am niedersten Gliede, dem Dimethylaminplatinchlorid, sehr deutlich erscheint. Mit wachsender Zahl der in's Molekül eintretenden Kohlenstoffatome macht sich ein starkes Anwachsen der *c*-Axe gegenüber *a* und *b* bemerklich. Das Verhältniss von *a* und *b* wird nur wenig von der chemischen Veränderung beeinflusst. Bei den Gliedern mit höherem Kohlenstoffgehalte, also mit grösserem Molekül, wird auch die Aenderung der *c*-Axe geringer, wie sich aus Vergleichung von Aethylisobutylaminplatinchlorid und Dimethylaminplatinchlorid einerseits und Aethylisobutylaminplatinchlorid und den übrigen höheren Gliedern dieser Reihe andererseits ergibt. Auch der hexaëdrische Typus ist unter den secundären Aminen nur mit zwei Gliedern vertreten, dem Dimethylaminplatinchlorid 2. Mod. und Methylpropylaminplatinchlorid. Ueber das eigenthümliche Verhalten von Diäthylaminplatinchlorid, das allein von allen secundären Aminen dem rhombendodekaëdrischen Typus angehört, wird weiter unten

bei Besprechung der Krystallformen der Chloroplatinate der tertiären Amine die Rede sein.

Bei den tertiären Aminen ist der oktaëdrische Typus relativ zahlreicher vertreten, nämlich an Trimethylaminplatinchlorid, Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid, Dimethyläthylaminzinnchlorid und höchst wahrscheinlich auch am analogen Platinchloridsalze. Dabei ist die Symmetrie dieser Verbindungen eine sehr hohe, wie die der Muttersubstanz; auch das gemischte Salz Dimethyl-dimethylpropylaminplatinchlorid nähert sich bedeutend dem regulären Systeme. Diese Tendenz nach hoher Symmetrie mit grosser Annäherung an reguläre Symmetrie giebt sich auch im hexaëdrischen Typus kund, welchem die grosse Mehrzahl der tertiären Amine angehört. Auch im rhombendodekaëdrischen Typus macht sich das Streben nach Annäherung an das reguläre System besonders deutlich geltend bei Aethylenteträthylphosphaminplatinchlorid. Uebrigens ist letzterer Typus ausschliesslich beschränkt auf Amine, in welchen die überwiegende Mehrzahl der Alkoholradicale C_2H_5 -Radicale sind, nämlich bei Diäthylamin-, Triäthylamin-, Diäthylmethylamin-, Aethylenteträthylphosphamin- und Aethylenhexäthylphospharsoniumplatinchlorid. Auch bei Teträthylammoniumplatinchlorid, welches dem oktaëdrischen Typus angehört, macht sich die Tendenz der Aethylradicale nach dodekaëdrischer Structur noch sehr lebhaft bemerkbar durch die ausgezeichnete, die Krystallindividuen bis in die kleinsten mikroskopischen Partien beherrschende Zwillingslamellirung nach Dodekaëdflächen.

Die an den Krystallformen der tertiären Amine ersichtliche Bevorzugung hochsymmetrischer Krystallsysteme dürfte wohl im Zusammenhange stehen mit der relativ grossen Homogenität des chemischen Moleküls dieser Körper, in welchen sechs Alkoholradicalen nur zwei unvertretene Wasserstoffatome gegenüberstehen. Wenn für diese beiden letzten H -Atome ebenfalls noch Alkoholradicale eintreten, wird das Molekül noch mehr gleichartig und die Krystallformen dieser so entstehenden quartären Amine erreichen in ihrer grossen Mehrzahl die gleiche Höhe der Symmetrie wie Platinsalmiak, in welchem statt der Alkoholradicale acht gleiche H -Atome auftreten. Die hauptsächlichste Aenderung in krystallographischer Hinsicht besteht bei diesen höchst substituirten Körpern gegenüber Platinsalmiak lediglich in der durch Eintritt so vieler Atomgruppen in das Molekül hervorgerufenen Verlängerung der Kanten des Elementaroktaëders. Auch die nicht regulär, sondern tetragonal krystallisirenden Verbindungen von Dimethyldiäthyl- und Methyltriäthylaminplatinchlorid nähern sich sehr bedeutend dem regulären Systeme.

Zum Schlusse spreche ich Hrn. Prof. P. v. Groth, unter dessen Leitung vorliegende Untersuchung entstand, sowie Hrn. J. A. Le Bel in Paris, für ihre Bemühungen den geziemenden Dank aus.

XIX. Pyrit von Csetras.

Von

V. Goldschmidt und H. Philipp in Heidelberg.

(Hierzu eine Figur auf Taf. X.)

Durch Herrn Factor II. Zinkeisen in Freiberg kamen wir in Besitz einer Anzahl ausserordentlich glänzender Pyritkryställchen von Csetras¹⁾, die wegen ihres Flächenreichtums und der Schärfe der Ausbildung zur Messung einluden.

Ein gemessener Krystall von ca. 4 mm Durchmesser zeigte folgende reiche Combination:

c	d	e	$e\cdot$	q	p	u	x	O	I^*
0	10	$\frac{1}{2}0$	$-\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}\frac{1}{3}$	$\frac{3}{5}\frac{2}{5}$	$\frac{2}{5}\frac{1}{5}$
004	404	402	0 $\bar{1}2$	442	444	242	213	325	245

Das Kryställchen war am unteren Ende abgebrochen. Trotzdem betrug die Zahl an demselben gemessener Einzelflächen (abgesehen von den Vicinalflächen) 88 und zwar für:

c	d	e	$e\cdot$	q	p	u	x	O	I
5	6	9	6	16	4	13	15	12	2

Alle hemiëdrischen Formen $exOI'$ fanden sich in dem gleichen Halbgebiet, das als + angenommen wurde in Uebereinstimmung mit der Bezeichnung von Al. Schmidt. Nur $e\cdot$ zeigte sich im — Gebiet, aber klein und von schwankender Position. Eine Unterscheidung der hemiëdrischen Gebilde in + und — Formen durch Aetzversuche wurde nicht ausgeführt. Dies soll später geschehen im Anschluss an eine allgemeinere Untersuchung dieser Frage.

$I = \frac{2}{5}\frac{1}{3}\{215\}$ ist für den Pyrit neu und, soweit wir finden konnten, im

1) Die Krystalle dürften von demselben Fundort sein, wie die von Al. Schmidt beschriebenen (diese Zeitschr. 1894, **19**, 58), für die er Porkura im Gebiet des Csetras-Gebirges als Fundstelle angiebt. Dies konnte jedoch nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

regulären System nur beim Fahlerz festgestellt. Es fand sich mit zwei Flächen mit den Positionen:

	Gemessen		Berechnet	
	φ	ϱ	φ_1	ϱ
Γ^{12}	446° 58'	24° 7'	446° 34'	24° 5'
$^{33}\Gamma$	67 53	400 58	68 42	400 34

Beide Flächen sind klein, aber scharf begrenzt. Die Reflexe der einen gut, die der anderen mittelmässig. Die Form ist als gesichert anzusehen.

Γ liegt im Schnitt der Zonen $[cxu]$ und $[dex p]$. Diesem Schnitt dürfte die Form ihre Entstehung verdanken. Sie ist Dominante zwischen c und dem wichtigen x . In Zone $[dex p]$ wäre statt Γ das sonst nicht seltene $m = \frac{1}{3}\{413\}$ zu erwarten, wie folgende Discussion zeigt:

	p	x	e	Γ	(m)	d
Symbol $bq = 4\overline{1}$	$\frac{2}{3}\overline{1}$	$\frac{1}{2}\overline{0}$	$\frac{2}{5}\overline{1}$	$\frac{1}{3}$	04	
$p = 4$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{3}$	0	
$\frac{p}{1-p} = \infty$	2	4	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	0	

Mit m an Stelle von Γ wäre die Reihe normal. $N_2 = 0\frac{1}{2}42\infty$. Al. Schmidt hat an seinen Krystallen in der That $m = \frac{1}{3}$, daneben $\psi = \frac{1}{2}\frac{1}{4}$ gefunden, Γ nicht. Das Herüberziehen des Flächenpunktes in der Zone von m nach Γ ist wohl mitbedingt durch die Schwäche von d , die Stärke von e und p . Diese Beziehungen erkennt man am besten im gnomonischen Projectionsbild.

Rangordnung der Formen. Es ist von Interesse, in den beobachteten Combinationen flächenreicher Krystalle die Rangordnung der Flächenarten festzustellen. Die Zusammenstellung solcher Rangordnungen ermöglicht, zusammen mit den Aufzeichnungen über Häufigkeit der Beobachtung und Grösse der Flächen in den Figuren im Verein mit der Discussion der Zahlenreihen die Aufstellung einer Rangordnung für die bekannten Formen des Minerals. Dies ist ein Mittel zur Auffindung der Primärknoten.

Die Rangordnung der Formen an unserem Krystall ist folgende:

$p c e$	vorherrschend
$q u$	ziemlich gross und vollflächig
$x O$	klein aber gut ausgebildet und vollflächig
$d e \Gamma$	schwach.

Die Figur auf Taf. X zeigt den Krystall idealisirt, die Grösse der Flächen möglichst der Beobachtung angepasst.

XX. Ueber Winkelprojectionen.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. X und XI [Fig. A—F] und 6 Textfiguren.)

Derzeit sind in der Krystallographie folgende Arten substituierender Projection üblich: Die Kugelprojection, die gnomonische, stereographische, euthygraphische (Quenstedt'sche) und cyklographische¹⁾; ferner Projection auf die Polarform mit ihrem Abbild in der Ebene, der perspectivischen Projection²⁾. Die wichtigste von diesen ist die **gnomonische**. In ihr erscheinen die Zonenlinien als Gerade, die Ringe als concentrische Kreise um den Pol; die Symbolzahlen der Flächen sind Parallelcoordinaten der Projectionspunkte. Sie ist das eigentliche Feld für graphische Krystallberechnung und die beste Unterlage zur Ableitung der Krystallzeichnungen, Kopfbilder und perspectivischen Bilder. Der wichtigste Nachtheil der gnomonischen Projection ist, dass die Prismenpunkte ins Unendliche rücken und daher deren Umgebung der Anschauung sich entzieht.

Die **stereographische Projection** hat diesen Fehler nicht. Bei ihr liegen die Prismenpunkte auf einem Kreis, dem Grundkreis; Zonen und Ringe erscheinen als Kreisbögen. Die sphärischen Dreiecke der Kugel zeigen sich als Dreiecke von Kreisbögen eingeschlossen. Die Bedeutung der stereographischen Projection für die Krystallographie liegt in der anschaulichen Darstellung dieser sphärischen Dreiecke. Solange die Krystallberechnung wesentlich im Auflösen von sphärischen Dreiecken bestand und die graphische Krystallberechnung wenig entwickelt war, war die stereographische Projection die bevorzugte und sie ist es noch heute bei den Meisten, obwohl veränderte Verhältnisse ihre Bedeutung für die Krystallographie abgeschwächt haben.

1) Vergl. Goldschmidt, Index 1, 4; Ueb. Proj. u. graph. Kryst. Ber. 4886; diese Zeitschr. 4898, 12, 260.

2) Vergl. diese Zeitschr. 4893, 22, 20.

Die stereographische Projection hat den Nachtheil, dass die untere Krystallhälfte anders und viel stärker verzerrt ist, als die obere, die Punkte um den unteren Pol (Südpol) sich mit diesem ins Unendliche verlaufen. Das macht sich so unbequem, dass man sich fast ausschliesslich auf das Bild innerhalb des Grundkreises beschränkt und Viele, die die stereographische Projection anwenden, nicht wissen, dass die Zonenbögen sich über den Grundkreis fortsetzen und dass der Raum bis ins Unendliche hinaus mit Projectionspunkten besetzt ist. Praktisch kommt also auch hier das Gebiet in der Umgebung der Prismen, wenigstens über den Aequator hinaus, nicht zur Veranschaulichung.

Die **gnomonische Projection** trat in den Vordergrund mit Einführung der zweizifferigen Projectionssymbole pq und der zugehörigen Elemente $p_0q_0\lambda\mu\nu$, die Hand in Hand ging mit einer graphischen Discussion der Messungsergebnisse. Dann kam die zweikreisige Messung und machte das Auflösen sphärischer Dreiecke zur Seltenheit. Nun wurden die Positionswinkel $\varphi\varrho$ Gegenstand des Interesses. Jede Fläche war definiert durch ihr Winkelsymbol $\varphi\varrho$ ebenso gut, wie durch das Coordinatensymbol (Ortssymbol) xy oder durch die Elemente $p_0q_0\lambda\mu\nu$ und das Symbol pq .

Mit dem **Winkelsymbol** $\varphi\varrho$ steht die gnomonische Projection im engen Zusammenhang. Die Polarcordinaten des Projectionspunktes sind $\varphi, \operatorname{tg} \varrho$ und die rechtwinkligen Parallelcoordinaten sind $x = \sin \varphi \operatorname{tg} \varrho$; $y = \cos \varphi \operatorname{tg} \varrho$. Aus beiden Relationen, ebenso wie aus den Elementen und Symbolen, lassen sich leicht die gnomonischen Bilder herstellen.

Alles wäre befriedigend, wenn nicht die Anschaulichkeit in der Nähe der Prismenzone fehlte. Auch gnomonische Projection auf eine Prismenfläche belässt einen Theil der Prismenzonen im Unendlichen. Es blieb somit immer noch die Vermittelung der Anschauung im Gebiet vom Pol zu den Prismen als Feld für die stereographische Projection, wenn sie auch diese Aufgabe für das Prismengebiet unvollkommen erfüllte.

Mit dem Ausbau der zweikreisigen Messung erweiterten sich die Aufgaben der Krystallographie. Die Messung **krummer Flächen** mit ihren ausgedehnten und verzweigten Reflexen machte die Einstellung auf Hunderte von Punkten nöthig, deren Eintragen ins Projectionsbild und das Verknüpfen der Punkte zur Abbildung des Reflexes mit allen seinen Einzelheiten. Auch wurde es nöthig, den Verlauf solcher Züge bis zu den Prismen, in deren Umgebung und darüber hinaus verfolgen zu können.

Besonders lebhaft machten sich diese Bedürfnisse geltend bei Untersuchungen von Aetzfiguren und Lösungskörpern, die ich in den letzten Jahren (1899—1904) gemeinsam mit Hrn. Fr. Wright am Calcit und anderen Mineralien durchgeführt habe und deren Publication demnächst erscheint. Es handelt sich dabei darum, den Verlauf der Reflexzüge und deren manichfache Verknüpfung über die ganze Kugel zu verfolgen.

Hier versagt die gnomonische Projection in der Prismengegend; die stereographische Projection andererseits drängt die Punkte in der Nähe des Pols zu dicht zusammen, auch giebt sie zu beiden Seiten des Aequators verschiedene Verzerrung. Die noch in Frage kommende orthographische (Parallel-) Projection verkürzt das Prismengebiet noch mehr.

Es erschien deshalb angezeigt, noch zwei andere Projectionsarten in die Krystallographie zu verwenden, die ich als **Winkelprojectionen** bezeichnen will und zwar:

1. ein **Polbild**
2. ein **Aequatorbild**.

In beiden werden die Flächenpunkte direct aus den Positionswinkeln $\varphi\varrho$ aufgetragen und zwar sind im Polbild $\varphi\varrho$ Polarcoordinaten, im Aequatorbild rechtwinklige Parallelcoordinaten. Wegen dieser unmittelbaren Abbildung der Positionswinkel wurde der Name Winkelprojection gewählt¹⁾.

In der Geographie und Astronomie sind beide Projectionsarten bekannt und zwar unser Polbild unter dem Namen: äquidistante Polarprojection, mittelabstandtreue azimutale Projection, oder Globularprojection, unser Aequatorbild unter dem Namen: quadratische Plattkarte, oder äquidistante Cylinderprojection. Es schien fraglich, ob obige Namen in die Krystallographie einzuführen seien. Dies wurde unterlassen, da sich die Benennungen auf Eigenschaften beziehen, die für die Krystallographie nicht wichtig sind. Der gewählte Name Winkelprojection dagegen enthält die für uns unmittelbarste Definition, nämlich dass beide Projectionen directe Abbildungen unserer Positionswinkel $\varphi\varrho$ sind. Diese Neubenennung ist nicht ein unberechtigtes Abgehen von dem Ueblichen, vielmehr wechseln in den Büchern über Kartographie die Namen der Projectionsarten (so auch der beiden vorliegenden) häufig mit den theoretischen Gesichtspunkten des Darstellers und dem Zweck der Darstellung.

In der Krystallographie bin ich einer Anwendung unseres Polbildes nur bei Schrauf begegnet. Er nennt es Globularprojection und sagt darüber:

Lehrb. d. Phys. Mineralogie 1866, **1**, 230:

»Annähernd richtig wird die Zeichnung, wenn man statt der Werthe des Sinus die Winkel selbst setzt, und das Verhältniss der gesuchten Länge mit dem Verhältniss der Winkel zu 90^0 identificirt. Der dadurch begangene Fehler ist in der Nähe der Peripherie am grössten, daher bei grösserer Darstellung unerlaubt.«

Min. Mittheilungen 1873, **3**, 205 sagt Schrauf:

»Aus diesem Grund habe ich hier, wie schon früher in manchen anderen Fällen die Kugelprojection nach der »globularen« Constructionsweise dargestellt. Bekanntlich ist bei der globularen Zeichnungsmethode das Auge in der Entfernung 1,327 R

1) Strenger wäre es, zu sagen: Im Polbild sind φ und ϱ Polarcoordinaten, im Aequatorbild $\text{arc } \varphi$ und $\text{arc } \varrho$ rechtwinkelige Polarcoordinaten. Sagen wir aber $\varphi\varrho$ statt $\text{arc } \varphi$, $\text{arc } \varrho$, so entspricht das dem Sprachgebrauch, indem ein Winkel in Bogenmaass (arcus), d. h. durch die Anzahl seiner Grade angegeben wird. Das Längenmaass für 25^0 sind daher 25 Längeneinheiten in einem zu wählenden Maass. Wir haben das bei den Theilkreisen vor uns. Da Irrthum nicht zu erwarten ist, wird im Folgenden kurz $\varphi\varrho$ statt $\text{arc } \varphi$, $\text{arc } \varrho$ gesetzt.

»vom Centrum der Kugel entfernt gedacht¹⁾, während diese Entfernung bei der stereo-
graphischen gleich dem Radius R , dagegen bei der orthoskopischen Zeichnung un-
endlich wird.«

4. Diese Angabe ist nicht genau. Der Augenpunkt liegt nicht in festem Abstand, und der mittlere Abstand ist nicht $= 1,327 R$, sondern $1,7 R$.

Ausrechnung. Es sei in Fig. 4 A der Augenpunkt, $AP = e$, Kreissradius $R = 1$, so wird gefordert:

Es soll sich verhalten:

$$d : 1 = \varrho : 90^0$$

oder, wenn wir ϱ in Graden ausdrücken, d in Milli-
metern für $R = 90^0$, so wird gefordert:

$$d^{\text{mm}} = \varrho^0.$$

Daraus ergibt sich die Position von A , die
Länge e .

Nun ist (Fig. 4)

$$d : \sin \varrho = e : (e + \cos \varrho),$$

daraus:

$$e = \frac{d \cos \varrho}{\sin \varrho - d},$$

wobei für $R = 90^0$: $d = \frac{\varrho}{90^0}$, z. B. für $\varrho = 40^0$, $d = \frac{1}{9}$.

Aus dieser Formel berechnet sich für:

$\varrho =$	10^0	20^0	30^0	40^0	45^0	50^0	60^0	70^0	80^0
$e =$	4,754	4,743	4,722	4,716	4,707	4,697	4,672	4,643	4,609

Im Mittel:

$$e = 4,7,$$

nicht $1,327$ (Schrauf), für welche Zahl ich die Herleitung nicht finden konnte.

Obige Relation gibt umgeformt:

$$d = \frac{e \sin \varrho}{e + \cos \varrho}.$$

Setzen wir darin $e = 4,7$, d. h. machen wir für $R = 90^{\text{mm}}$, $e = 453^{\text{mm}}$, so ist:

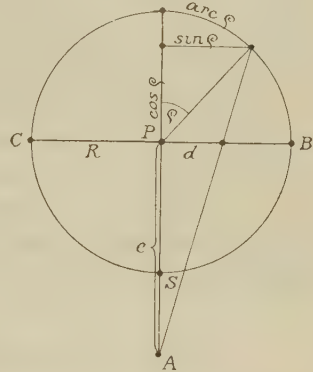
$$d = \frac{4,7 \sin \varrho}{4,7 + \cos \varrho}.$$

Daraus berechnet sich für:

$\varrho^0 =$	10	20	30	40	45	50	60	70	80	90
$d^{\text{mm}} =$	9,9	19,8	29,8	39,9	45,0	50,0	60,2	70,4	80,4	90
$\mathcal{L} = d - \varrho =$	-0,4	-0,2	-0,2	-0,4	0	0	+0,2	+0,4	+0,4	0

Die Differenz $\mathcal{L} = d - \varrho$, die $= 0$ sein sollte, ist unbedeutend. Daher erscheint für die Anschauung unser Polbild als ein perspectivisches, d. h. unmittelbar angeschaut Bild der Kugel mit ihren Punkten, allerdings der Hohlkugel, d. h. von innen gesehen, von einem Punkt A aus in Entfernung $e = 1,7 R$ vom Mittelpunkt der Kugel. Diese Eigenschaft macht das Polbild anschaulich, ebenso wie die stereographische Projection, die ebenfalls in die Kugel hineinblickt, aber den Augenpunkt im Pol S hat.

Fig. 4.



S. 207 sagt Schrauf ferner:

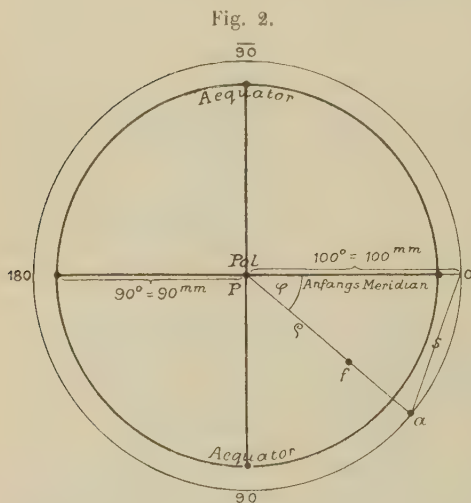
»Bei der stereographischen Projection ist die Distanz aller Pole vom Centrum des Grundkreises proportional der Tangente des halben Winkels. Diese Distanz hat kein dem Auge unmittelbar erkennbares Verhältniss. Viel leichter orientirt sich das Auge über die Distanzen bei der orthoskopischen oder globularen Projection. Die Distanzen vom Centrum sind bei der erstgenannten proportional dem Sinus des Winkels, bei der globularen Projection sind sie direct Multipla des 90. Theiles vom Radius. Letzteres ist namentlich sehr bequem, indem die Abmessung aller Centraldistanzen an der Projection leicht möglich ist. Für die pyramidalen, orthohexagonalen und manche Fälle der prismatischen Krystalle ist die Neigung der Flächen zur Hauptaxe eines ihrer wesentlichsten Erkennungsmittel. Für solche Fälle ist die Anwendung der globularen Zeichnungsmethode sehr dienlich. Gleiche Gründe bewegen mich auch, in Fig. 3 diese Projectionsmethode in Anwendung zu bringen.«

Der von Schrauf angewendete Name Globularprojection empfiehlt sich nicht, weil er das Charakteristische der Projection nicht ausdrückt und weil er in der Kartenkunde auch in anderem Sinn gebräuchlich ist (vgl. A. Steinhauser, Grundz. d. math. Geogr. 1887, 447).

Eine Anwendung unseres Aequatorbildes in der Krystallographie konnte ich in der Literatur nicht finden.

1. Polbild.

$\varphi \varrho$ = Polarcoordinaten des Flächenpunktes.



Die Herstellung des Bildes ist so einfach, dass darüber nicht viel zu sagen ist. Am besten giebt man dem Grundkreis (Aequatorkreis) einen Radius von 90 mm oder 45 mm event. 180 mm. Dann ist für die Meridiane $1^\circ = 4 \text{ mm}$ resp. $\frac{1}{2}$ oder 2 mm.

Um die Winkel φ bequem auftragen zu können, ziehen wir noch einen Kreis mit dem Radius 100 mm = 100°. Auf ihm werden die φ am besten aus ihrer Sehne $s = \sin \frac{1}{2} \varphi$ aufgetragen und zwar mit Hilfe der Sehnentabelle¹⁾.

Von 0° , 90° , 180° , $\pm 90^\circ$ (Fig. 2) aus sticht man $oa = 10 \times$ Sehne φ ab, spießt bei a eine Punktirnadel ein, legt ein Lineal an Pa und trägt von P aus ϱ in Millimetern auf.

¹⁾ Vergl. Goldschmidt, Ueber Projection u. graph. Kryst. Ber. S. 49. Index 1, 29. Ein Blatt mit Sehnentabelle und Tangententabelle habe ich für die Zwecke der Projection besonders drucken lassen. Preis 30 Pf., unter Glas, was für dauernde Anwendung vorthellhaft ist, 4 Mk. 50 Pf. bei Mechaniker P. Stoe, Heidelberg, Jubiläumsplatz 70.

Gnomonisches Netz. Vor einigen Jahren liess ich durch H. Köhler in München ein Netz für gnomonische Bilder drucken. Dasselbe enthält in hellblauem Druck ein in Millimeter getheiltes Feld von 30 cm Länge und Breite; am Rand eine auf den Mittelpunkt des Papiers bezügliche Theilung in halbe Grade; einen Grundkreis von 3 cm Radius, ausserdem zum Zeichnen perspectivischer Bilder Leitlinie und Winkelpunkt¹⁾. Diese Netze, zunächst für die gnomonische Projection bestimmt, eignen sich auch zur Herstellung der Polbilder in Winkelprojection, ebenso wie in stereographischer Projection; die Gradtheilung am Rand erspart das Auftragen der φ aus der Sehne, und die Millimetertheilung ist ein bequemer Maassstab zum Abmessen und Auftragen der φ .

Winkelnetz. Ein anderes Netz habe ich ebenfalls durch H. Köhler herstellen lassen. Es möge Winkelnetz heissen²⁾. Es giebt in blauem Druck Radien im Winkelabstand $10:10$ und concentrische Kreise im radialen Abstand von $10 = 2$ mm. Auf diesem Papier kann man die $\varphi\varphi$ direct abzählen und die Flächenpunkte einstechen. Diese Art des Auftragens ist die bequemste. Sie thut besonders gute Dienste da, wo es sich um sehr viele Punkte zur Festlegung der ausgedehnten Reflexe krummer Flächen handelt.

Man kann auf diesem Netz auch gnomonische, stereographische und orthographische Bilder herstellen. Man hat dann nur auf den Radien statt der Zahl der Grade φ die Längen $\lg \varphi$ für gnomonische Projection abzuzählen, $\lg \frac{1}{2}\varphi$ für stereographische oder $\sin \varphi$ für orthographische Projection.

Von **Eigenschaften des Polbildes** interessiren uns folgende:

Die **Meridiane** erscheinen als Radien im Winkelabstand φ .

Die **Ringe** (Parallelkreise) als concentrische Kreise um den Pol im Abstand φ . Zu ihnen gehört der Aequator im Abstand $\varphi = 90$. Ueber den Aequator hinaus wachsen die der unteren Krystallhälfte entsprechenden Ringe, statt kleiner zu werden. Von da ab ist das Bild gegen den Südpol hin immer unnatürlicher verzerrt. Der Südpol bildet einen Kreis vom Radius 180. Zur Vermittelung der Anschauung ist das Bild nur gut bis zum Aequator oder ein wenig darüber hinaus. Etwa bis 120° .

Von den **Zonenlinien**, den grössten Kreisen der Kugel, sind Meridiane und Aequator bereits betrachtet. Die übrigen Zonenlinien bilden weder Gerade, noch Kreise, noch Kegelschnitte, sondern ovale Curven besonderer Art. In diesem Punkt steht die Winkelprojection hinter der gnomonischen und stereographischen zurück. Aber es nähern sich die Zonenlinien innerhalb des Aequatorkreises Kreislinien so sehr, dass sie als Kreise behandelt werden können, da wo es sich um Vermittelung der Anschauung handelt, nicht um genaue graphische Lösung von Aufgaben.

Um den **Grad der Annäherung der Zonenlinien an Kreise** zu ermessen, brauchen wir nur die Zonenlinien einer Halbkugel zu untersuchen,

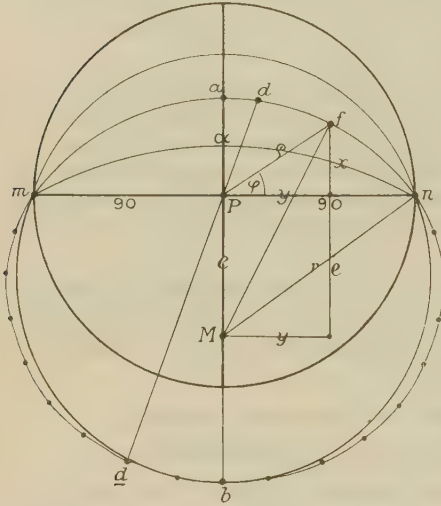
1) Vergl. diese Zeitschr. 1894, **19**, 352. Preis für 40 Blatt auf starkem Zeichenpapier 50 : 50 cm 2 Mk. 20 Pf. bei P. Stoë in Heidelberg.

2) Format, Preis und Bezugsquelle wie beim gnomonischen Netz.

die auf dem gleichen Meridian aufsitzen, die zwei Prismenpunkte mn (Fig. 3) gemein haben.

Fig. 3 stellt eine solche Schaar von Zonenlinien dar. $Pa = \alpha$ heisse die Poldistanz oder Neigung der Zone man . Für $\alpha = 0$ ist die Zonenlinie eine Gerade (Meridian), d. h. ein Kreis vom Radius ∞ . Für $\alpha = 90^\circ$ ist die Zonenlinie ein Kreis vom Radius $Pa = 90^\circ$. Die übrigen Zonenlinien schmiegen sich

Fig. 3.



Kreisen durch man in der Nähe von a dicht an, entfernen sich ein wenig mit Näherung an m und n .

Im Verlauf ausserhalb des Aequatorkreises (Grundkreises), d. h. für Punkte der unteren Krystallhälfte lehnt sich die Zonencurve einem anderen Kreis an, und zwar dem Kreis, der durch die Prismenpunkte mn geht und auf der Symmetrielinie durch den Punkt b , wobei $Pb = 180^\circ - \alpha$ ist. Die Abweichung im äusseren

Verlauf ist grösser als im inneren. Es wird aber auch diese Projection in der Regel nur für das Gebiet innerhalb des Grundkreises und in dessen Nähe Anwendung finden.

In Fig. 3 ist die Curve für die Zone mit $\alpha = 45^\circ$ im inneren und äusseren Theil abgebildet. Man bemerkt ihre symmetrische, eiförmige Gestalt $manb$.

Ist für eine Fläche d die Poldistanz $= q$, also die Länge $dP = q$, so liegt deren Gegenfläche \bar{d} in derselben Radialzone, d. h. auf demselben Meridian mit der Poldistanz $= 180 - q$, so dass also $\bar{d}P = 180 - q$ ist. Das Auftragen der Punkte und das Verfolgen der Zonenlinien hat auch im äusseren Theil keine Schwierigkeit.

Gleichung der Zonencurve. φq sind die Polarcoordinaten der Curve. Die Gleichung der Curve in Polarcoordinaten ist also eine Relation zwischen φ und q für die Punkte einer Zone. Nun ist aber in dem sphärischen Dreieck Pfa (Fig. 3):

$$I, \dots \dots \left[\sin \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cotg q \right]$$

wobei $\operatorname{tg} \alpha$ für eine specielle Zonenlinie constant ist. Das ist die Gleichung der Zonenlinie.

Gleichung des Kreises durch man . Es sei Fig. 3) M = Mittelp. d. Kreises; $MP = e$; $Pn = 90^\circ$, so ist die Gleichung des Kreises:

$$\begin{aligned} (x+e)^2 + y^2 &= r^2 & \text{oder, da } x &= r \sin \varphi \\ x^2 + 2ex + e^2 + y^2 &= r^2 & y &= r \cos \varphi \text{ ist:} \\ \varrho^2 \sin^2 \varphi + 2e\varrho \sin \varphi + \varrho^2 \cos^2 \varphi &= r^2 - e^2 = 90^2 \end{aligned}$$

oder $\boxed{\varrho^2 + 2e\varrho \sin \varphi = 90^2}$ das ist die Gleichung des Kreises durch man
 II, . . . $\boxed{\varrho^2 + 2e\varrho \sin \varphi = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2}$ in Polarcoordinaten $\varphi \varrho$.

Annäherung der Curve an den Kreis. Die so verschieden aussehenden Gleichungen I und II werden ähnlich durch folgende Annäherungs-Rechnung. Setzen wir in der Gleichung der Curve für $\text{ctg } \varrho$ den zur Reihe entwickelten Werth, den wir zur Annäherung nach dem zweiten Glied abbrechen, so ist:

$$\begin{aligned} \text{ctg } \varrho &= \frac{\sin \varrho}{\cos \varrho} = \frac{1 - \frac{1}{2}\varrho^2 + \dots}{\varrho - \frac{1}{6}\varrho^3 + \dots} = \frac{1}{\varrho} (1 - \frac{1}{2}\varrho^2 + \dots) (1 + \frac{1}{6}\varrho^2 + \dots) \\ &= \frac{1}{\varrho} (1 - \frac{1}{2}\varrho^2 + \frac{1}{6}\varrho^2 - \dots) = \frac{1}{\varrho} (1 - \frac{1}{3}\varrho^2 + \dots). \end{aligned}$$

Dies eingesetzt in die Gleichung der Curve giebt genähert:

$$\text{ctg } \alpha \sin \varphi = \frac{1}{\varrho} (1 - \frac{1}{3}\varrho^2)$$

$$\varrho^2 + 3 \text{ctg } \alpha \sin \varphi = 3.$$

Nun ist mit derselben Annäherung:

$$3 \text{ctg } \alpha = \frac{3}{\alpha} (1 - \frac{1}{3}\alpha^2) = \frac{3 - \alpha^2}{\alpha};$$

also: $\varrho^2 + \frac{3 - \alpha^2}{\alpha} \varrho \sin \varphi = 3 = \text{genäherte Gleichung der Curve.}$

Andererseits ist nach Fig. 4:

$$r : \frac{s}{2} = s : \alpha; \quad s = \sqrt{\alpha^2 + 90^2} \quad \text{oder} \quad = \sqrt{\alpha^2 + \left(\frac{\pi}{2}\right)^2}$$

$$r = \frac{s^2}{2\alpha} = \frac{90^2 + \alpha^2}{2\alpha} \quad \text{oder} \quad = \frac{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 + \alpha^2}{2\alpha} = \frac{2,47 + \alpha^2}{2\alpha}$$

$$e = r - \alpha = \frac{90^2 - \alpha^2}{2\alpha} \quad \text{oder} \quad = \frac{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \alpha^2}{2\alpha} = \frac{2,47 - \alpha^2}{2\alpha}.$$

Daher ist bei Einsetzung von e in die Gleichung des Kreises:

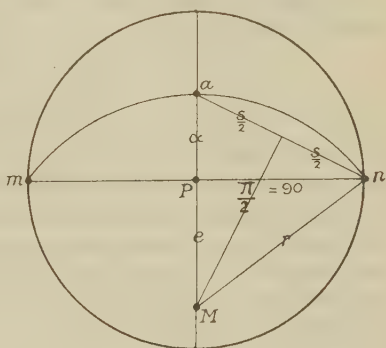
$$\varrho^2 + 2e\varrho \sin \varphi = \left(\frac{\pi}{2}\right)^2 = \left(\frac{3,14}{2}\right)^2 = 2,47$$

$$\left\{ \varrho^2 + \frac{2,47 - \alpha^2}{\alpha} \varrho \sin \varphi = 2,47 = \text{Gleichung des Kreises durch } man \text{ neben:} \right.$$

$$\left. \varrho^2 + \frac{3 - \alpha^2}{\alpha} \varrho \sin \varphi = 3 = \text{genäherte Gleichung der Zonencurve durch } \alpha. \right.$$

Beide Curven verlaufen ähnlich, wie man aus den ähnlichen Formeln erkennt.

Fig. 4.



Zahlenmässige Annäherung der Zonencurve an den Kreis. Es berechnet sich:

$\alpha = 45^0$	$\varphi =$	10 ⁰	20 ⁰	30 ⁰	40 ⁰	50 ⁰	60 ⁰	70 ⁰	80 ⁰
$\alpha = 45^0$	q_1 (Curve)	57 ⁰ 3	38 ⁰ 4	28 ⁰ 44	22 ⁰ 37	19 ⁰ 17	17 ⁰ 12	15 ⁰ 55	15 ⁰ 13
	q_2 (Kreis)	55 48	37 20	27 54	22 30	19 13	17 10	15 54	15 14
	$q_2 - q_1$ (Diff.)	-4 45	-0 44	-0 17	-0 7	-0 4	-0 2	-0 0	-0 0
$\alpha = 30^0$	q_1 (Curve)	73 15	59 24	49 6	44 56	37 0	33 44	31 34	30 23
	q_2 (Kreis)	74 32	57 53	48 8	44 23	36 44	33 33	31 32	30 23
	$q_2 - q_1$ (Diff.)	-4 43	-4 28	-0 58	-0 33	-0 16	-0 8	-0 2	0
$\alpha = 45^0$	q_1 (Curve)	80 9	74 7	63 26	57 46	52 33	49 6	46 47	45 26
	q_2 (Kreis)	79 2	69 50	62 22	56 34	52 5	48 52	46 40	45 24
	$q_2 - q_1$ (Diff.)	-4 6	-4 17	-4 4	-0 45	-0 28	-0 14	-0 6	-0 5
$\alpha = 60^0$	q_1 (Curve)	84 46	78 50	73 54	69 38	66 8	63 26	61 34	60 22
	q_2 (Kreis)	83 43	78 5	73 44	69 4	65 45	63 12	61 24	60 24
	$q_2 - q_1$ (Diff.)	-0 33	-0 44	-0 43	-0 34	-0 23	-0 14	-0 6	-0 4
$\alpha = 75^0$	q_1 (Curve)	87 20	84 46	82 32	80 13	78 24	76 57	75 52	75 13
	q_2 (Kreis)	87 14	84 32	82 7	80 4	78 14	76 50	75 49	75 12
	$q_2 - q_1$ (Diff.)	-0 9	-0 44	-0 25	-0 12	-0 9	-0 6	-0 2	-0 0

In obiger Tabelle sind für Zonen im Polabstand $\alpha = 45^0, 30^0, 45^0, 60^0, 75^0$ für von 10⁰ zu 10⁰ fortschreitende φ die zu jedem φ gehörigen q nach der Formel der Zonencurve berechnet

$\text{ctg } q_1 = \text{ctg } \alpha \sin \varphi$ und daneben nach der Kreisformel:

$$q_2 = -e \sin \varphi \sqrt{e^2 \sin^2 \varphi + 90^2}.$$

Die Differenz $q_2 - q_1$ zeigt, wie weit sich der Punkt desselben Meridians auf dem Kreis von dem entsprechenden auf der Zonencurve entfernt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Differenz $q_2 - q_1$ etwa bei $\alpha = 45^0$ am grössten ist. Sie ist weitaus im grössten Gebiet kleiner als $\frac{1}{2}^0$ und erreicht selten 4^0 . Nun entspricht bei dem grossen Grundkreis von 9 cm Radius $4^0 = 4$ mm. Wird dagegen das Projectionsbild mit dem halb so grossen Radius = 4,5 cm gemacht, so entspricht $4^0 = 0,5$ mm; $\frac{1}{2}^0 = 0,25$ mm. Letzteres ist die Grenze der Genauigkeit, mit der man Punkte aufträgt.

Ersetzen wir also die Curven durch Kreisbögen, so zieht die Differenz $q_2 - q_1$ die Brauchbarkeit der Projection für graphische Krystallberechnungen herab; es ist aber durch sie die Brauchbarkeit zur Vermittelung der Anschauung nicht vermindert und dies ist das Gebiet ihrer Anwendung, denn für graphische Krystallberechnung steht die Winkelprojection, ebenso wie die stereographische Projection, hinter der gnomonischen zurück.

Graphischer Vergleich der Zonencurven mit Kreisbogen durch man. Taf. XI, Fig. D, stellt die Daten der Tabelle S. 396 graphisch dar. Wie man sieht, ist im Ganzen die Abweichung minimal.

Vergleich mit verwandten Projectionen. Unser Polbild gehört zu einer Gruppe von Projectionen, Abbildungen der Kugel, die man als **Polbilder im weiteren Sinn** zusammenfassen kann. In der Kartographie werden sie als Polarprojectionen bezeichnet. Dies Wort hat jedoch in der Krystallographie bereits eine andere Bedeutung, nämlich: Abbildung der

Flächen durch Punkte im Gegensatz zur Linearprojection, die die Flächen als Linien abbildet.

Wir haben folgende Arten von Polbildern:

- Gnomonisches Bild,
- Stereographisches Bild,
- Orthographisches Bild (Kopfbild, Parallelprojection),
- Winkelbild (Polbild im speciellen Sinn).

Allen diesen ist folgendes gemein: Der Pol bildet den Mittelpunkt des Bildes. Die Meridiane erscheinen als geradlinige Radien im Winkelabstand φ von einem Anfangsmeridian O . Die Parallelkreise (Ringe) bilden concentrische Kreise um den Pol, deren Radius d eine Function von φ ist: $d = f(\varphi)$. Bei jeder der vier Arten ist d eine andere Function.

Wir können kurz sagen: Bei allen sind die Polarcoordinaten des Punktes φ und $d = f(\varphi)$ und zwar ist für:

Gnomonisches Bild	$d = \operatorname{tg} \varphi$	; die Polarcoordinaten	φ ; $\operatorname{tg} \varphi$
Stereographisches Bild	$d = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi$	; -	φ ; $\operatorname{tg} \frac{1}{2} \varphi$
Orthographisches Bild	$d = \sin \varphi$	; -	φ ; $\sin \varphi$
Winkelbild	$d = \varphi$	; -	φ ; φ .

Als Beispiel zum Vergleich der Polbilder sind in Fig. A, B und C Taf. X die Hauptformen und Zonen des Calcit in den drei Arten von krummlinigen Polbildern nebeneinandergestellt, in Winkelprojection, stereographischer und orthographischer Projection. Allen wurde der gleiche Aequatorkreis (Grundkreis) gegeben, so dass die Abmessungen direct vergleichbar sind.

Eingetragen sind die Formen:

$\alpha = 0$	mit den Positionswinkeln:	$\varphi = 0^\circ$	; $\varphi = 0^\circ$
$\alpha = \infty$	0 - - -	$\varphi = 0$	; $\varphi = 90$
$\delta = -\frac{1}{2}$	- - -	$\varphi = 30$	; $\varphi = 26\ 15'$
$p = +4$	- - -	$\varphi = 90$	; $\varphi = 44\ 36$
$\varphi = -2$	- - -	$\varphi = 30$	; $\varphi = 63\ 7$
$k = +44$	- - -	$\varphi = 70^\circ 53'$	; $\varphi = 69\ 2$

Folgendes ist aus den Figuren ersichtlich: Die Winkelprojection (Fig. B) ist der stereographischen (Fig. A) ähnlich, doch ist das Gebiet in der Nähe des Pols ausgedehnter, die Dreiecke $p \cdot p \cdot p$ und $\varphi \cdot \varphi \cdot \varphi$ sind grösser. Das ist ein Vorzug. Denn das Gebiet bis etwa 70° Poldistanz ist hauptsächlich Gegenstand unseres Studiums in dieser Art der Abbildung. Die Gebiete in der Nähe des Aequators sind in keinem der Polbilder befriedigend dargestellt. Wollen wir uns diese Gebiete anschaulich vorführen, so ist eine andere Art der Abbildung, ein Aequatorbild, nöthig.

Noch ausgedehnter ist das Mittelfeld in der orthographischen Projection (Fig. C). Bei dieser jedoch beginnt die unbequeme Verkürzung zu bald. Wir sehen q mit $\varrho = 63^\circ$ und K mit $\varrho = 69^\circ$ schon hart an den Aequator gerückt. In den schmalen Ring von $\frac{1}{16}$ des Radius Breite drängen sich alle Punkte mit ϱ zwischen 64° und 90° . Die orthographische Projection hat den Vorzug, dass die Punkte und Linien so angeordnet sind, wie sie uns beim Anblick der Kugel mit freiem Auge erscheinen. Sie ist ein parallelperspectivisches Bild der Kugel, so, wie unsere Krystallzeichnungen Bilder der Krystallformen sind. Sie vermittelt gut den Vergleich der Abbildung mit dem abgebildeten Körper und liefert so einen anschaulichen Ersatz für diesen. In diesem Sinn können wir sagen, sie sei die anschaulichste.

Dieser Vorzug der unmittelbaren räumlichen Anschauung kommt z. B. in Betracht bei Abbildung von geätzten Kugeln und Lösungskörpern mit den auf ihrer Oberfläche verlaufenden Linien. Will man aber solche nicht nur beim Pol gut sehen, so muss man dazu noch Bilder auf mehrere Prismenflächen machen.

Die **Winkelprojection** steht in Bezug auf Ausdehnung des Mittelfeldes und dadurch in Bezug auf Anschaulichkeit zwischen der stereographischen und der orthographischen Projection. Folgende Tabelle giebt die Polabstände $d = f(\varrho)$ für die drei fraglichen Polbilder bei einem Grundkreis von 100 mm Radius.

Poldistanz $\varrho =$	40°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Stereogr. Proj. $d = 100 \lg \frac{1}{2} \varrho$	8,7	17,6	26,8	36,4	46,6	57,7	70,0	83,9	100,0
Winkelproj. $d = \frac{1}{9} \varrho$	44,4	22,2	33,3	44,4	55,5	66,7	77,8	88,9	100,0
Parallelproj. $d = 100 \sin \varrho$	47,4	34,2	50,0	64,3	76,6	86,6	94,0	98,5	100,0

Ein besonderer Vorzug der Winkelprojection ist das leichte Auftragen der Punkte. Besonders bequem geht es bei Anwendung des S. 393 beschriebenen Winkelnetzes. Diese Projection ist ebenso der directe graphische Ausdruck des Winkelsymbols $\varphi\varphi$, wie die gnomonische der directe graphische Ausdruck des Symbols pq ist. Aus diesem Grunde wurde der Name Winkelprojection gewählt.

Das Hauptgebiet ihrer **Anwendung** dürfte das Auftragen der Reflexe krummer Flächen sein. Möglicherweise wird sie die stereographische Projection ganz verdrängen und statt ihrer in exacter Ausführung oder als Handskizze neben der gnomonischen Projection geführt werden und für die Rechnung die sphärischen Dreiecke zeigen.

2. Aequatorbild.

$\varphi\varrho$ = Rechtwinklige Parallelkoordinaten des Flächenpunktes.

Das **Auftragen der Punkte** ist so einfach, dass darüber nichts zu sagen ist. Mit Vortheil wendet man dazu ein quadrirtes Papier an, auf dem man die Längen $\varphi\varrho$ abzählt¹⁾.

Eigenschaften des Aequatorbildes.

Die **Meridiane** erscheinen als Parallele mit der Ordinatenaxe im Abstand φ vom Anfangsmeridian 0. Die Zählung geht von rechts nach links.

Die **Ringe** (Parallelkreise der Kugel) erscheinen als Parallele mit der Abscissenaxe im Abstand ϱ vom Pol. Alle Ringe haben gleiche Länge mit dem Aequator. Auch die **Pole** sind zu gleicher Länge ausgezogen. Daher ist das Bild in der Nähe des Poles stark verzerrt und nur in der Nähe des Aequators anschaulich.

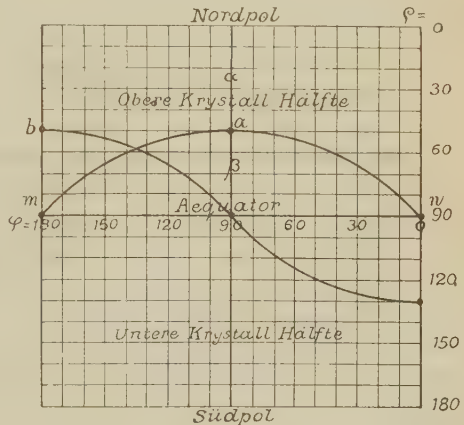
Von den **Zonenlinien** bilden Meridiane und Aequator Gerade. Die übrigen bilden symmetrische Curven, den Wellenlinien (Sinuscurven) ähnlich. Jede definiert durch ihre Prismenpunkte mn (Fig. 5), die 180° von einander abstehen und den Höhepunkt, dessen Meridian 90° von m und n absteht. Den Abstand α des Höhepunkts a vom Pol nennen wir die **Poldistanz der Zone**; $\beta = 90^\circ - \alpha$ die **Aequatorhöhe der Zone**.

Die Zonenlinien kommen Kreisbögen durch man nahe.

Die **Prismenpunkte** liegen auf dem Aequator in Abständen φ vom Schnittpunkt des Aequators mit dem Anfangsmeridian.

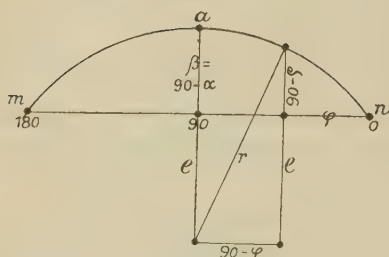
Die **obere** und die **untere Krystallhälfte** bilden sich gleichartig ab, so dass zum Aequator symmetrische Gebilde in der Projection ebenfalls symmetrisch erscheinen. Das ist ein Vorzug bei Behandlung der Gebilde in der Nähe des Aequators.

Fig. 5.



1) Ein sorgfältig ausgeführtes solches Zeichenpapier (quadratisches Netz, in grossem Format ist käuflich bei P. Stöck in Heidelberg, Jubiläumsplatz 70. Preis pro 40 Bogen 4 Mk.

Fig. 6.



Die Gleichung der Zonencurve ist dieselbe Relation zwischen φ und α , wie beim Polbild:

$$\sin \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cotg \varphi.$$

Dabei sind jedoch φ Parallelkoordinaten, nicht Polarkoordinaten. α ist von der Pollinie aus im Sinne von φ aufzutragen.

Gleichung der Kreise durch man.

Aus Fig. 6 lässt sich ablesen:

$$(e + 90 - \varphi)^2 = r^2 - (90 - \varphi)^2,$$

wobei nach Seite 395:

$$e = \frac{90^2 - \beta^2}{2\beta}; \quad r = \frac{90^2 + \beta^2}{2\beta}; \quad r = e + \beta; \quad \beta = 90 - \alpha.$$

Zahlenmässige Annäherung der Zonencurve an den Kreis durch man.

$\varphi =$		10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
$\alpha = 15^\circ$	q_1 (Curve)	57° 3	38° 4	28° 11	22° 37	19° 17	17° 12	15° 55	15° 13
	q_3 (Kreis)	62° 5	47° 34	37° 25	29° 26	24° 13	20° 4	17° 13	15° 33
	$q_3 - q_1$ (Diff.)	+5° 2	+9° 29	+9° 14	+6° 48	+4° 56	+2° 51	+1° 18	+0° 19
$\alpha = 30^\circ$	q_1 (Curve)	73° 15	59° 21	49° 6	41° 56	37° 0	33° 41	31° 34	30° 23
	q_3 (Kreis)	74° 46	59° 38	50° 39	43° 37	38° 35	34° 44	32° 4	30° 31
	$q_3 - q_1$ (Diff.)	-1° 29	+0° 16	+1° 32	+1° 41	+1° 34	+1° 2	+0° 30	+0° 8
$\alpha = 45^\circ$	q_1 (Curve)	80° 9	71° 7	63° 26	57° 16	52° 33	49° 6	46° 47	45° 26
	q_3 (Kreis)	77° 46	68° 19	62° 20	56° 43	52° 21	49° 5	46° 48	45° 27
	$q_3 - q_1$ (Diff.)	-2° 22	-2° 48	-1° 6	-0° 33	-0° 12	-0° 1	+0° 1	+0° 0
$\alpha = 60^\circ$	q_1 (Curve)	84° 16	78° 50	73° 54	69° 38	66° 8	63° 26	61° 31	60° 22
	q_3 (Kreis)	83° 6	77° 24	72° 31	68° 34	65° 25	63° 1	61° 21	60° 19
	$q_3 - q_1$ (Diff.)	-1° 10	-1° 29	-1° 23	-1° 4	-0° 43	-0° 25	-0° 10	-0° 3
$\alpha = 75^\circ$	q_1 (Curve)	87° 20	84° 46	82° 32	80° 13	78° 24	76° 57	75° 52	75° 13
	q_3 (Kreis)	86° 47	83° 59	81° 34	79° 32	77° 54	76° 38	75° 43	75° 10
	$q_3 - q_1$ (Diff.)	-0° 33	-0° 47	-0° 58	-0° 41	-0° 30	-0° 19	-0° 9	-0° 3

In der obigen Tabelle sind für Zonen im Polabstand $\alpha = 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ für von 10 zu 10° fortschreitendes φ die zu jedem φ gehörigen q nach der Formel der Zonencurve berechnet:

$\cotg q_1 = \cotg \alpha \sin \varphi$ und daneben nach der Kreisformel:

$$(e + 90 - q_3)^2 = r^2 - (90 - \varphi)^2; \quad \text{wobei} \quad e = \frac{90^2 - \beta^2}{2\beta}; \quad r = \frac{90^2 + \beta^2}{2\beta}; \quad \beta = 90 - \alpha.$$

Die Differenz $q_3 - q_1$ zeigt, wie weit sich der Punkt desselben Meridians auf dem Kreis von dem entsprechenden Punkt auf der Zonencurve entfernt.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass die Differenz $q_3 - q_1$ bei $\alpha = 75^\circ$, d. h. 15° über dem Aequator 10° nicht erreicht, dass der Fehler langsam zunimmt, aber bei $\alpha = 30^\circ$ 20° nicht übersteigt, bei 15° dagegen, also in der Nähe des Pols, auf 90° und mehr wächst.

Ein Ersetzen der Zonencurven durch Kreisbögen ist daher in der Nähe des Aequators, ja bis $\alpha = 30^\circ$ thunlich, so lange es sich um Vermittelung der Anschauung handelt. Für exacte graphische Krystallberechnung sind die Fehler zu gross. Für diese ist die gnomonische Projection vorzuziehen.

Nur für Punkte in der Nähe des Aequators, für Vicinale der Prismen kann die graphische Krystallberechnung im Aequatorbild den anderen Projectionsarten vorzuziehen sein.

Graphischer Vergleich der Zonencurven mit Kreisbögen durch man. Taf. XI, Fig. E stellt die Daten der Tabelle S. 400 graphisch dar. Wie man sieht, ist der Unterschied zwischen Kreis und Curve für $\alpha = 75^\circ$ kaum merklich. Auch bei den höheren Curven ist die Annäherung an den Kreis bis etwa $\alpha = 30^\circ$ befriedigend. Erst dann biegt die Curve stark ab. Der Verlauf unterhalb der Aequatorlinie ist wie der oberhalb.

Als **Beispiel** sind die Hauptformen des Calcit (in Fig. F, Taf. XI) und die verknüpfenden Zonen aufgetragen.

In der Figur sehen wir klar die Vertheilung der Punkte und Zonen sowie die Symmetrie auf dem Aequator und die Meridiane und wir erkennen die Rolle der Prismen im Verband und der Entwicklung der Zonen.

Das **Hauptgebiet der Anwendung** des Aequatorbildes ist das Auftragen der Reflexpunkte in der Nähe der Prismen und der Reflexzüge, die von den Prismen auslaufen, überhaupt die Abbildung aller Gebilde in der Nähe des Aequators. Für diese wichtigen Untersuchungen ist keine der bisher in der Krystallographie üblichen Projectionsarten geeignet. Solange man nur die typischen Formen studirte, reichten die gnomonischen und stereographischen Polbilder aus. Jetzt, da die krummen Flächen in den Vordergrund des Interesses getreten sind und man daran geht, die Schwankungen und Beeinflussungen der Flächenorte zu studiren, kann ein Aequatorbild nicht mehr entbehrt werden.

Unser Aequatorbild ist der unmittelbare graphische Ausdruck der Positionswinkel $\varphi\varphi$, wie sie die zweikreisige Messung liefert, wie sie in der Winkeltabelle des Verfs. zusammengestellt sind, des Winkelsymbols in Parallelcoordinaten.

Vergleich mit verwandten Projectionsarten¹⁾. Unser Aequatorbild kann zu den Cylinderprojectionen gerechnet werden. Bei diesen ist ein Cylinder um den Aequator gelegt, die Kugelpunkte auf den Cylinder projicirt, der Cylindermantel längs einem Meridian aufgeschnitten und aufgerollt.

Bei allen diesen Abbildungen erscheint der Aequator als Gerade, die Aequatorgrade in ihrer natürlichen Länge. Die Meridiane sind Gerade senkrecht zum Aequator, die Parallelkreise Gerade parallel dem Aequator. Die verschiedenen Arten unterscheiden sich durch den Abstand der Parallel-

4) Näheres über Projectionen siehe u. a.: Zöppritz, Leitfaden der Kartenentwurfslehre. Steinhauser, Grundzüge d. math. Geogr. u. d. Kartenproj. Gleich und Sauter, Kartenkunde.

kreise. Ist die Poldistanz des Parallelkreises $= \varrho$, seine Höhe über dem Aequator $= \sigma = 90 - \varrho$, so ist in der Projection der Abstand x der Ringlinie vom Aequator eine Function von σ resp. von ϱ . Wir können schreiben:

$$x = f(\sigma) = F(\varrho).$$

Wir können kurz sagen: Bei allen sind die rechtwinkligen Parallel-coordinaten $xy = f(\sigma)$; $\varphi = F(\varrho)$; φ .

Wir haben folgende Arten von Aequatorbildern:

- | | | |
|---------------------------------|--|--|
| 1. Centrale Cylinderprojection | mit $x = \operatorname{tg} \sigma$ | resp. $x = \operatorname{ctg} \varrho$ |
| 2. Stereogr. Cylinderprojection | - $x = \operatorname{tg} \frac{1}{2} \sigma$ | - $x = \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varrho$ |
| 3. Orthogr. Cylinderprojection | - $x = \sin \sigma$ | - $x = \cos \varrho$ |
| 4. Winkelprojection | - $x = \sigma$ | - $x = 90 - \varrho$ |
| 5. Mercatorprojection | $x = 2,3 \lg \operatorname{tg} (45 + \frac{1}{2} \sigma)$ | |
| | resp. $x = 2,3 \lg \operatorname{ctg} \frac{1}{2} \varrho$. | |

Von diesen ist keine so einfach in Ausführung und Anwendung wie die Winkelprojection. Keine zeigt, soweit ich ermessen kann, Vorzüge vor derselben für krystallographische Zwecke. Immerhin ist es gut, die übrigen im Auge zu behalten, da sich wohl Aufgaben finden mögen, für die eine derselben gute Dienste leistet.

XXI. Ueber eine neue Methode zur Orientirung der Plagioklase.

Von

E. A. Wülfing in Hohenheim bei Stuttgart.

(Hierzu Taf. XII.)

Bei den ausserordentlich zahlreichen Versuchen, welche zur optischen Bestimmung der Plagioklase im Dünnschliffe, besonders im letzten Jahrzehnt, ausgeführt wurden, fällt es auf, dass immer noch keine übereinstimmenden Werthe für die Endglieder oder für Mischungsglieder bestimmter Zusammensetzung gefunden worden sind. Es mag dies zusammenhängen mit dem umständlichen Verfahren, durch welches das Ziel, also die Ermittlung der Lage der drei Elasticitätsaxen oder der beiden optischen Axen gegen zwei bekannte Krystallflächen, erreicht wird; es mag aber auch daran liegen, dass die Herstellung der Präparate nicht mit solcher Genauigkeit erfolgt, wie sie zur Festlegung derartiger Fundamentalwerthe erforderlich ist.

Ich will nun hier kurz angeben, wie man in vielen Fällen an makroskopischen Krystallen die Orientirung der Plagioklase ohne irgend eine Präparation sehr genau ausführen kann, wenn man die Beobachtung auf diejenigen Erscheinungen lenkt, welche dem Auge unmittelbar zugänglich sind, nämlich auf die optischen Axen.

Als Hülfsgrösse muss der mittlere Brechungsexponent β näherungsweise, d. h. wenn man eine Genauigkeit von wenigen Minuten verlangt, bis auf einige Einheiten der dritten Decimale, wenn man die Orientirung nur innerhalb etwa eines halben Grades genau erreichen will, wenigstens bis auf eine Einheit der zweiten Decimale bekannt sein. Da in der ganzen Plagioklasreihe dieser Brechungsexponent nur von 1,534 bis 1,583 und die maximale Doppelbrechung von 0,008 bis 0,013 schwankt, so ist dies keine allzu strenge Forderung, der man auch an schlecht orientirten Schliffen ohne Schwierigkeit gerecht werden kann.

Für die unmittelbare Beobachtung der optischen Axen ist convergentes

Licht erforderlich, und für die Orientirung dieser Axen gegen bekannte krystallographische Richtungen ist es nothwendig, die Einstellung auf Flächennormalen ausführen zu können; man bedarf daher eines Axenwinkelapparates, welcher diese Einstellung am besten durch Autocollimation erlaubt, wie dies bei dem alten Instrument von V. v. Lang oder bei dem neueren von Liebisch oder bei dem von mir beschriebenen mit veränderlicher Vergrößerung der Fall ist. Indessen kann man auch das passend umgewandelte Websky-Fuess'sche Goniometer Nr. II verwenden, wenn der Krystall nicht zu klein ist. Bei den nachfolgenden Messungen habe ich den von mir beschriebenen Axenwinkelapparat benutzt.

Die Methode besteht nun darin, erstens die Neigung der beiden in Luft austretenden optischen Axen *A* und *B* (nach der Michel-Lévy'schen Bezeichnung) gegen die Normale der Fläche, auf welcher sie austreten, zu messen, und zweitens die Neigung einer jeden optischen Axe gegen die Normale einer zweiten bekannten Fläche, z. B. der Fläche, auf welcher die andere optische Axe austritt, zu ermitteln. Sollte der Axenaustritt in Luft nicht erfolgen können, so hat man die Messung in einer Flüssigkeit von bekannter Lichtbrechung auszuführen, und ist an dem Krystalle überhaupt keine zum Axenaustritte geeignete Fläche vorhanden, während zur Orientirung sich genügende Flächenstücke finden, so hätte man passende Flächen anzuschleifen, bei denen es aber nicht so sehr darauf ankommt, dass sie eine bestimmte Lage erhalten, als dass vielmehr nach ihrer Herstellung diese Lage gegen bekannte krystallographische Flächen genau ermittelt wird. Zu den bisherigen vier Winkeln kann als Controle die Messung des Winkels der beiden optischen Axen zu einander, jede auf ihrer Fläche in Luft oder in Flüssigkeit austretend, hinzugefügt werden.

Zur Erläuterung, wie aus diesen Winkeln die optische Orientirung der Plagioklase erhalten wird, mögen die an einem Anorthit des Vesuv ausgeführten Messungen dienen, welche zur gegenseitigen Controle in Luft und in Wasser erfolgten.

Der dickprismatisch entwickelte, nicht verzwilligte Krystall misst senkrecht zu den drei Pinakoiden, von denen übrigens (100) nicht ausgebildet ist:

2,5 mm	senkrecht zu	(400),
1,7	-	- (010),
2,8	-	- (001).

Seine der Grösse nach hier aufgeführten Flächen sind hauptsächlich (010) und (0 $\bar{1}$ 0), (001) und (00 $\bar{1}$), ($\bar{1}$ 10), ($\bar{1}$ 11), ($\bar{1}$ 11), (02 $\bar{1}$) und (02 $\bar{1}$). Die Ausbildung ist eine sehr gute, da die Winkel kaum einige Minuten von den für Anorthit angegebenen abweichen. In der auf Taf. XII gezeichneten stereographischen Projection, welche auf die senkrecht zur Prismenzone liegende Fläche bezogen ist, finden sich die in Frage kommenden Winkel.

Die gemessenen Winkel sind mit ausgezogenen Linien, die berechneten mit punktirten Linien angegeben. Hier ist $\overline{M}Al$ der Winkel, den die auf der Längsfläche (010) in Luft austretende optische Axe mit der Normalen auf (010) bildet, PAI der Winkel, den die gleiche und wieder auf der Fläche (010) in Luft austretende Axe mit der Normalen auf (001) einschliesst. Analog beziehen sich die Winkel MBI und PBI auf die optische Axe, welche auf der Basis (001) in Luft austritt. $AlBI$ ist der Winkel, den diese beiden auf Längsfläche und Basis austretenden Axen mit einander einschliessen. Aw und Bw beziehen sich auf den Austritt in Wasser, A und B schliesslich auf die Lagen der optischen Axen im Krystalle.

In Luft.			In Wasser.		
	Weisses Licht:	Na-Licht:		Weisses Licht:	Na-Licht:
$\overline{M}Al$	44° 58'	45° 4'	$\overline{M}Aw$	—	32° 7'
PAI	88 28	88 30	PAw	—	90 44
MBI	95 52	95 50	MBw	—	93 43
PBI	34 2	34 3	PBw	—	24 54
$AlBI$	59 42	59 9	$AwBw$	71° 46'	71 46

Der zur Controle der vier ersten dienende fünfte Winkel berechnet sich aus jenen für Na-Licht zu 59° 5' und 71° 43', während die directe Messung nur 4' und 3' hiervon abweicht und also nur sehr kleine Einstellungsfehler anzunehmen erlaubt.

Zur Ermittlung der Lage der optischen Axen im Krystalle, also der Punkte A und B in der Projection, ist, wie schon oben gesagt, die Kenntniss der mittleren Lichtbrechung des Anorthit erforderlich; dieselbe wurde nach Klein und Viola (diese Zeitschr. 31, 484, wo auch die übrige hier in Betracht kommende Literatur zu finden ist) zu $\beta = 1,583$ angenommen. Sollte diese Zahl um drei Einheiten selbst der dritten Decimale, d. h. um etwa 25% der maximalen Doppelbrechung fehlerhaft sein — was schon nach der vorzüglichen Uebereinstimmung der von jenen Autoren gefundenen Werthe höchst unwahrscheinlich ist —, so würde die Orientirung der optischen Axen sich noch nicht um 5' im Raume ändern, wie aus der nächsten Tabelle auf S. 406 zu ersehen ist. Für die Lichtbrechung des Wassers wurde, da die Beobachtungstemperatur $21^{\circ} \pm 2^{\circ}$ betrug, 1,3333 angenommen. Mit Hülfe dieser Zahlen erhält man nun zunächst aus den in der obigen Tabelle verzeichneten Winkeln MAI und PBI oder auch $\overline{M}Aw$ und PBw die Winkel \overline{MA} und PB nach dem gewöhnlichen Brechungsgesetze, denn die optischen Axen in Luft, Wasser und Krystall müssen mit den betreffenden Einfallsloten in ein und derselben Ebene liegen; oder die Punkte \overline{M} , A , Aw , Al , sowie P , B , Bw , Bl müssen in der Projection in einen grösssten Kreis fallen. (Vergl. Liebisch, Phys. Kryst. 1891, S. 285 unten und S. 286 oben, ferner S. 493, wo auch weitere Literatur angegeben ist). Es muss also sein:

$$\sin \bar{M}A = \frac{1}{\beta} \sin \bar{M}Al = \frac{n}{\beta} \sin \bar{M}Aw$$

$$\sin PB = \frac{1}{\beta} \sin PBl = \frac{n}{\beta} \sin PBw.$$

Hierdurch ist die Lage der optischen Axen gegen je ein Pinakoid festgelegt. Zur vollständigen Bestimmung im Raume muss aber von jeder Axe noch der Winkel gegen eine zweite Fläche, hier gegen das andere Pinakoid bestimmt werden; es sind also noch die Winkel AP und BM zu ermitteln, was ohne Schwierigkeit aus den Dreiecken $\bar{A}MP$ und BPM möglich ist. In dem ersteren Dreieck sind die beiden Seiten $\bar{M}A$ und $\bar{M}P$ und der eingeschlossene Winkel bei \bar{M} , der aus dem mit allen drei Seiten bekannten Dreieck $AlMP$ oder $Aw\bar{M}P$ zu berechnen ist, gegeben; in dem anderen Dreieck BPM finden sich analoge Stücke. Die Rechnung, die sich auf die bei Na -Licht ausgeführte Messung bezieht, ergibt die in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellten Werthe; auch sind hier die Winkel angegeben, welche man mit $\beta = 1,580$ erhält.

	In Luft Na -Licht		In Wasser Na -Licht
	$\beta = 1,583$	$\beta = 1,580$	$\beta = 1,583$
$\bar{M}A$	26° 32'	26° 36'	26° 36'
PA	90 55	90 55	90 54
MB	94 58	94 59	92 0
PB	20 43	20 45	20 46
$AB = 2V$	76 52	76 49	76 48

Aus den minimalen Abweichungen, welche die beiden in Wasser und Luft ausgeführten Messungsreihen von einander zeigen, und der geringen Schwankung der Werthe trotz einer merklichen Aenderung in der Annahme für β , ersieht man deutlich, welch' hoher Präcision diese Methode zur Bestimmung der optischen Orientirung der Plagioklase fähig ist.

Nachdem in der angegebenen Weise die Lagen der optischen Axen im Krystalle festgelegt sind, findet man alle übrigen Daten — also die Lage der drei Hauptelasticitätsaxen, sowie die Auslöschungsschiefe auf irgend einer Fläche — durch Dreiecksauflösung. Hier möge nur die Lage der kleinsten Elasticität c einer kurzen Discussion unterworfen werden. Von dieser Elasticität ist nämlich von verschiedenen Autoren die Vermuthung mehr oder weniger bestimmt ausgesprochen worden, dass sie im Anorthit senkrecht auf der Fläche $e(021)$ stehe, während von anderen Autoren nicht nur eine recht erhebliche Abweichung von der Normale auf e , sondern auch im Gegensatz zu den meisten anderen Plagioklassen ein merkliches Herausfallen aus der Zone $[001, 010]$ angegeben wird. Meine Messungen schliessen sich eher den letzteren Beobachtern an, denn ich finde, dass c um 5° 38' von der Normale auf e und um 4° 52' von der Zone $[001, 010]$ abweicht.

Zum weiteren Vergleich meiner Winkel mit den von einigen anderen Autoren beim Anorthit gefundenen Werthen diene folgende Zusammenstellung, in der auch meine Winkel auf Zehntelgrade abgerundet sind. ϱ und λ geben die Coordinaten der Axen A und B vom Mittelpunkt der Projection an.

	A		B		$2V$
	ϱ	λ	ϱ	λ	
1) v. Fedorow	-54^0	$+62,5^0$	0^0	-6^0	-77^0
2) Michel-Lévy	-59	$+62,5$	$+3$	-7	-82
3) Klein-Viola	-61	$+57$	-2	-6	$-76,5$
4) Viola	-62	$+57$	$-4,5$	$-5,6$	$-76,9$
5) Becke	$-63,2$	$+57,9$	$-2,6$	$-6,2$	$-76,3$
6) Wülfing	$-63,5$	$+57,8$	$-2,0$	$-6,0$	$-76,8$

Man sieht hieraus, dass für B und $2V$ eine sehr grosse Uebereinstimmung bei den letzten vier Autoren besteht, während für die A -Axe¹⁾ diese Uebereinstimmung nur für die unter 3 und 4 oder 5 und 6 genannten Autoren vorhanden ist.

Auf eine weitere Discussion der bisherigen Angaben über die Orientirung des Anorthit oder eines dem Anorthit sehr nahe kommenden Feldspathes möchte ich mich für jetzt nicht einlassen, da an dem vorliegenden Krystalle wegen der Verwachsung mit anderen Mineralien eine Bestimmung der Dichte nicht ausgeführt und seine Anorthitnatur also nicht bekräftigt werden konnte, und da überdies die Messung nur an einem einzigen, wenn auch guten Krystalle erfolgte. Es kam mir hier weniger darauf an, die Fundamentalmasse des Anorthit festzulegen, wozu es mir an Material fehlt, als vielmehr die anfangs erwähnte Bestimmungsmethode an einem Beispiele zu illustriren.

1) Wegen der Orientirung der A -Axe s. ferner: Becke, Tschermak's min.-petr. Mitth. 4900, 19, 204; Viola, ebenda 243. Ref. diese Zeitschr. 35, 374.

XXII. Auszüge.

1. H. Oehmichen (in Freiberg i. S.): **Die böhmischen Granatlagerstätten und die Edelsteinseife des Seufzergründels bei Hinterhermsdorf in Sachsen** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 4—16).

Die »böhmischen Granaten« treten am Südabhange des böhmischen Mittelgebirges auf in echten Seifen (Chodolitz, Podseditz, Chrastian, Triblitz), in conglomeratartigen Bildungen (Meronitz) und in einem tuffartigen, breccienartigen Gestein (Hügel Linhorka bei Starrey). Die beiden ersten Fundpunkte sind wohl diluvialen, der letzte tertiären Alters.

Die granatführenden Schotter bedecken einen Flächenraum von 70 qkm in verschiedenen Schotterzügen oder Becken. In den Schottern sind bei weitem am häufigsten Basaltgerölle, dann Gneiss, Granulit mit Granat und Cyanit, Granit, Glimmerschiefer mit Granat {110} bis 2 cm gross, Serpentin mit Pyrop nicht häufig, Porphyry, Pläner, Thon, tertiärer Sandstein. Den Granat begleiten in diesen Schotterablagerungen folgende Mineralien: Zirkon, rothbraun bis gelbbraun, in kantenabgerundeten Krystallen {111}; {110} {111}; {100} {111}. Spinell (Ceylanit) in völlig abgerundeten Körnern; seltener rother Spinell. Korund (Sapphir und Rubin) in eckigen Bruchstücken, abgerundeten Körnern und Krystallen von pyramidalem Habitus. Cyanit, an Menge zurücktretend. Turmalin in einigen kleinen schwarzen Säulchen. Olivin in abgerundeten, grösstentheils recht frischen Körnern und Kryställchen. Quarz, Opal, Calcit, Aragonit, Baryt, Magnetit, Brauneisen, zum Theil pseudomorph nach Eisenkies. Augit und Hornblende, in Krystallen und Bruchstücken von typisch basaltischem Charakter. Moldavit (vgl. diese Zeitschr. 1900, 33, 649—650, Ref.). Die älteren Angaben über das Vorkommen von Topas, Bronzit, Titanit konnten nicht bestätigt werden. Besprochen wird auch der Diamantfund von Dlaschkowitz. Nach den »mündlichen Mittheilungen« von Vrba an R. Beck ist die Erscheinungsform dieses Diamanten »eine wesentlich andere als die der indischen oder brasilianischen Diamanten, so dass er recht gut als einziger Vertreter eines besonderen Typus angesehen werden kann. Dies ist ein Umstand, der natürlich sehr für die böhmische Herkunft dieses vielbesprochenen Steines spricht. [Bei der Besprechung dieses Vorkommens hätten die Angaben von Zepharovich und Stelzner, wonach der Diamant nur zum Handwerkszeuge der Werkstätte gehörte, in der er aufgefunden wurde (vgl. Hintze, Handbuch 1, 29), nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, namentlich da die angegebene Begründung einer anderen Auffassung nicht genügend ist. Ref.]

Die granatführenden Conglomerate bei Meronitz werden auf Grund älterer Literaturangaben besprochen.

Die Genesis der Granatlagerstätten wird eingehend behandelt und nachgewiesen, dass die Granaten einem Olivingestein, wahrscheinlich einem Lherzolith, entstammen, und zwar sollen sie durch eine vulkanische Eruption gefördert sein, welche den Linhorka genannten Hügel bei Starrey aufbaute. In dem hier anstehenden Tuffe finden sich fast sämtliche Mineralien und Gesteine der granatführenden Conglomerate. Aus diesem Tuffe gelangten sie dann in die diluvialen Schotter.

Mit den böhmischen Granatseifen hat die Edelsteinseife des Seufzergründels bei Hinterhermsdorf (Sächsische Schweiz) manche Aehnlichkeit. In dem Thälchen finden sich Sande, welche ausserordentlich reich an Magneteisenerz und titanhaltigem Magneteisenerz sind, ausserdem aber noch Fragmente von Hornblende, Augit, Bronzit, Diopsid, Zirkon ($\{400\}$, $\{411\}$; bis 7 mm gross), Ceylanit und Korund enthalten. Als Muttergestein dieser Sande wird ein in der Nähe anstehender, olivin- und hornblendereicher Glasbasalt und eine mit ihm zusammenhängende Breccie angesprochen. In dieser Breccie treten eigenartige, gabbroartige Structur zeigende Einschlüsse oder aber Tiefenerstarungsproducte des Basaltes auf. Aus dem Basalte und dieser Breccie soll dann die Seife entstanden sein, wobei die gabbroartigen Gesteine wenigstens den grössten Theil der Spinelle lieferten.

Ref.: Erich Kaiser.

2. Weber (in Berlin): **Die Goldlagerstätten des Cape Nome-Gebietes** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 133—137).

Die Goldvorkommnisse liegen im Territorium Alaska an der nördlichsten Küste des Behringsmeeres. Sie zeigen sich als Seifengold 1) am Meeresstrande, 2) in den Thälern einiger Nebenflüsse des Snake und des Nome Rivers. Am Strande liegt eine ca. 75 Fuss breite Sanddüne, die dicht unter der Oberfläche eine bis sechs Zoll mächtige, goldführende, röthliche, von dünner Kiesschicht überlagerte, goldführende Zone enthält. In den Flussthälern befindet sich die goldführende Schicht unmittelbar unter der 6—12 Zoll starken Moosdecke. Vom festen Gestein ist das Gold durch eine thonige Masse getrennt. Im festen Gestein ist das Gold bisher nicht gefunden worden.

Die Ausbeute des im Jahre 1898 entdeckten Gebietes ist recht beträchtlich.

Ref.: Erich Kaiser.

3. F. Beyschlag und **P. Krusch** (beide in Berlin): **Die Goldgänge von Donnybrook in Westaustralien** (Ebenda 169—174).

Von M. Maryanski der Lagerstättenammlung der kgl. Bergakademie zu Berlin geschenkte Goldstufen stammen aus Goldgängen in Sandsteinen und Schiefern unbestimmten geologischen Alters in der Umgebung von Donnybrook (130 engl. Meilen südöstlich von Perth¹). Die Gangfüllung besteht aus Chalcedon und Quarz, die in inniger Verwachsung stellenweise feste und dichte, stellenweise lagenförmige, gebänderte Massen bilden, bei stärkerer Zersetzung in den oberen Teufen zu Pulver zerfallen. In letzterem tritt dendritisches Gold in mit blossem Auge sichtbaren Formen auf. Die zersetzte Gangausfüllung zeigte bei dem Jackson-Reef Gange unter dem Mikroskope winzige Quarzindividuen von im Allgemeinen unregelmässigen, oft aber auch gestreckten, keulenartigen Formen. Es sollen die Verhältnisse darauf hinweisen, dass »unvollkommene Krystallformen« infolge Ausscheidung aus stark concentrirten und bewegten Lösungen vorliegen.

- I. Quarzgemenge, schwach gelblich gefärbt.
 II. Quarzgemenge, rein weiss gefärbt.

	I.	II.
SiO_2	98,24	98,3
Al_2O_3	1,36	1,96
<i>Au</i>	nicht bestimmt	0,08

Der Goldgehalt von II. tritt in, mit dem blossen Auge nicht wahrnehmbaren, gestrickten Krystalskeletten auf Klüften auf. Die einzelnen Aestchen zeigen dabei keulenförmige Gestalt. Auch innige Durchwachsung von Quarz und Gold wurde beobachtet. Auch in dem härteren, zuckerkörnigen Quarz der Teufe tritt das Gold in derselben Weise auf. In der Tiefe zeigten sich goldführende Eisenerze. Alluvialgold aus der Nähe des Camilleris Reef-Ganges ist silberreicher als das aus den Gängen. In der Gangausfüllung von Hunters Reef tritt Chaledon sehr zurück; der Quarz überwiegt in stengeligen Individuen, als den Ausfüllungen zahlreicher bald paralleler, bald sich kreuzender Spalten. Die Lücken zwischen den Quarztrümmern und Drusen werden von Quarz, Chaledon, Sandsteinbruchstücken und lockeren, meist aus Quarz bestehenden Massen ausgefüllt. Gold tritt frei in Blättchen und Körnchen und an Eisenkies gebunden auf. Gold ist im Allgemeinen gleichalterig, zuweilen auch jünger als Quarz. Eisenkies tritt ab und zu in dünntafeligen Formen regellos in der Quarzmasse liegend auf.

Ref.: Erich Kaiser.

4. E. E. Lungwitz (in New York): Die Goldseifen von Britisch-Guyana (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 243—248).

In Britisch-Guyana wurde Waschgold in lohnenden Mengen erst im Jahre 1884 im Essequibo und im Cuyunithale aufgefunden. Reichere Funde lieferte 1886 der Puruni, Nebenfluss des Mazaruni.

Als goldreich in wechselnder Menge erwiesen sich Thoneisensteine (85% $Fe_2O_3 + H_2O$ [? Ref.], Rest SiO_2 , säureunlösliches Aluminiumsilicat, wenig CO_3Ca , CO_3Mg), die sich an der Oberfläche von unregelmässig roth gefleckten, mehr oder weniger weissen Thonen oder Lehmen finden, die bei einer Mächtigkeit von 70 bis 80 Fuss aus dem anstehenden Gesteine hervorgegangen sind. [Sollte es sich hier nicht nur um Laterit mit Thoneisensteinconcretionen handeln? Ref.]

Die Herkunft des Goldes soll mit der des Diabas im engsten Zusammenhang stehen. Die vom Diabas zuerst benutzten Spalten sollen späterhin bei Aplit- oder Diabasdurchbrüchen wieder benutzt worden sein. Infolge dessen trat eine weitgehende Zersplitterung des Hangenden und Liegenden, eine Ausfüllung durch Quarz und eine Anreicherung an Gold ein. Das Gold wird in diesen Gängen von kupferhaltigem Eisenkies, seltener von Arsenkies und in einigen wenigen Fällen (Omai) von Scheelit begleitet.

Ref.: Erich Kaiser.

5. J. Blaas (in Innsbruck): Ueber ein Eisenerzvorkommen im Stubai-thale (Ebenda 369—370).

Am Abhange des Hohen Burgstall gegen Neustift tritt, wie an anderen Punkten bis gegen Vulpmes hin, an der Grenze triassischer Dolomite gegen Glimmerschiefer ein quarzitisches, eisenschüssiges Gestein auf, in welchem Eisenglanz den Quarz oft bis auf einzelne Körner verdrängt. Ausserdem tritt noch Magnetit auf.

Ref.: Erich Kaiser.

6. H. W. Turner (in Washington): Ueber metasomatische Goldlagerstätten in der Sierra Nevada (The Journal of Geology 1899, 7, 389—400. Referat von P. Krusch in Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 188—200).

Die meisten Goldlagerstätten der Sierra Nevada Californiens sind Ausfüllungen von offenen Spalten, in die (nach Lindgren) die Erze gelangten durch kohlen säurehaltige Gewässer, die auch Kieselsäure und die Edelmetalle führten.

Dem gegenüber sind andere Lagerstätten entstanden durch die Verdrängung verschiedenartigen Materiales. So scheint der Diadem-Gang, SW. von Meadow Valley, Plumas Co., eine Masse von Dolomit und Kalkstein darzustellen, welche durch Quarz und Chaledon verdrängt ist. Die Verdrängung erfolgte von einer wasserführenden Verwerfung aus.

Oestlich vom Moccasin Creek in Tuolumne Co. tritt ein grösstentheils aus Albit bestehender Gang auf, der stellenweise reichlich Quarz und Muscovit führt. An einzelnen Stellen tritt ein Aegirin-artiges Mineral neben radialstrahligen Büscheln einer blauen Hornblende auf. Auf grössere Erstreckung hin wird der Gang von Serpentin einerseits und »Grünstein« andererseits begleitet. Das in dem Gange auftretende Gold ist stellenweise deutlich krystallisirt. Gold wie Silber und Eisenkies scheinen durch den Albit gleichmässig vertheilt zu sein.

Ähnliche Gänge treten auf am Kanaka Creek bei Jacksonville und in Eldorado Co. In letzterem Gebiete tritt Albit auch in dünnen weissen Gängen secundärer Entstehung auf.

Der Bachelor-Gang am Nordufer des Tuolumne-Flusses liegt am Contacte von Serpentin mit einer Thonschieferlinse. Durch Gebirgsbewegung ist die Gangmasse in eine Reibungsbrecce umgewandelt. Der Albit ist dabei einer allmählichen Umwandlung unterworfen, welche durch die Einwirkung der Magnesia des in der Nähe befindlichen Serpentin hervorgerufen wird, wie folgende Analysen zeigen:

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	67,53	52,83	42,48	37,58
CO_3Ca	—	9,64	13,43	5,78
CO_3Mg	—	7,38	8,17	46,82
CO_3Fe	—	0,98	5,88	6,35
FeS_2	—	0,77	0,40	—
K_2O	0,10	0,35	2,67	0,23
Na_2O	11,50	7,87	4,79	Spuren

I. Nahezu reiner Albit, enthält keine Carbonate.

II. Albit aus einem schmalen Gange im Thonschiefer.

III. Albit stärker verändert.

IV. Die allgemeine Zusammensetzung des Bachelor-Ganges selbst.

Durch diese Analysen soll nachgewiesen werden, dass sich der Bachelor-Gang gebildet hat durch die Umwandlung eines fast reinen Albitganges.

Gold soll mit Albitgängen häufiger zusammen auftreten, als mit anderen Gesteinsgängen. Das soll davon herrühren, dass Albit leichter von Minerallösungen angegriffen wird als jeder andere Feldspath. Versuche in dieser Richtung zeigten zwar, dass sich in destillirtem Wasser bei 70° F. (21° C.) 0,16 K_2O des Orthoklas, 0,07 Na_2O des Albit und 0,09 Na_2O des Oligoklas lösten, doch können trotzdem unter besonderen Verhältnissen grössere Mengen des Albit in Lösung gehen, wie die Verhältnisse des Bachelor-Ganges zeigen.

Die Veränderung der Albitgänge geht selten oder nie so weit, dass ein völliger Ersatz durch anderes Material stattfindet.

Ref.: Erich Kaiser.

7. O. H. Hershey (in Freeport, Ill.): **Alter und Genesis gewisser Gold-lagerstätten auf dem Isthmus von Panama** (The American Geologist 1899, 24, 73—77. — Referat von P. Krusch in Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 145—146).

Alle abbauwürdigen Goldquarzgänge auf dem Isthmus von Panama westlich von der Panamaeisenbahn liegen am Nordabhange der Cordillera de Veraguas und in den Vorbergen auf der Südseite. Die Gänge sollen gegenüber den meisten anderen goldführenden Gängen recht jung sein.

In dem nördlich der Cordillera gelegenen Goldgebiete, dem Veraguas-District, ist das Gold auf den Theil der Quarzgänge beschränkt, der die Diabase und Syenite durchsetzt, während die ausserhalb dieser Gesteine noch Quarz führenden Spalten kein Gold enthalten.

In dem südlich der Cordillera gelegenen Remanse-Goldgebiete durchsetzen die Gold führenden Quarzgänge Schichtensysteme, die höchstwahrscheinlich eocänen Alters sind.

Ref.: Erich Kaiser.

8. Derselbe: Ursprung und Alter gewisser Gold-„Pocket“-Lagerstätten in Nord-Californien (Ebenda 38—43. — Referat von Demselben ebenda 143—145).

In dem nördlichen centralen Theile von Trinity Co. wird östlich vom White Granite Peak der Grundstock des Gebirges von Diabas-ähnlichen Gesteinen gebildet, worauf mit einander wechselnd dünngeschichtete schwarze Schiefer und dickerbankige blaue Quarzite auflagern.

Die Grenzfläche zwischen dem Eruptivgesteine und den schwarzen Schiefen ist der »Pocket«-Horizont dieses Gebietes. Wenn sich auch etwas Goldquarz im Diabas gefunden hat und wenn auch ein wenig Gold durch die ganze Masse der schwarzen Schiefer vertheilt ist, so ist doch der Haupttheil des Goldes auf den Contact beschränkt. Das Eruptivgestein ist gegen die Grenzfläche hin stark zersetzt. Zuweilen wird dieses zersetzte Gestein von dem Schiefer durch eine dünne eisenschüssige Lage getrennt, die etwas Freigold führt. Das Gold kommt sonst in einer dünnen Lage auf dem Eruptivgesteine vor, in einzelnen Fällen in dieses, seltener in die Schiefer sich ausdehnend. Es findet sich in Form von groben und feinen Körnern, seltener von Drähten und zuweilen auch in »Nuggets« von bedeutender Grösse. Die Stücke sind alle gerundet.

Die Entstehung dieser Goldvorkommnisse wird folgendermassen gedeutet. Das Gold wurde fein vertheilt von dem Diabas mit emporgebracht und durch circulirende Gewässer in den Quarzadern und in Mandelräumen angereichert. Der Diabas war dann längere Zeit intensiver Denudation ausgesetzt, dabei wurde das Gold an der Oberfläche der alten Laven angereichert; dies geschah noch mehr durch die spätere Ueberfluthung, bei der die Verwitterungsproducte fortgeführt, das Gold aber in bestimmten Zonen durch die Meereswogen angeläuft wurde.

Ref.: Erich Kaiser.

9. R. Beck (in Freiberg) und **W. von Fircs** (in Belgrad): **Die Antimon-lagerstätten von Kostänik in Serbien** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 33—38).

Trachyte und Hornblendeandesite von trachytischem Habitus haben wahrscheinlich der Trias zuzurechnende Kalke und Schiefer durchbrochen. Mit diesen

Eruptivgesteinen sind die Antimonlagerstätten überall räumlich auf das Engste verknüpft.

Die Erze bestehen überall ganz ausschliesslich aus Antimonglanz, der secundär in Valentinit, Stibith und andere Formen des Antimonocker umgewandelt ist; wenig Gangart (Quarz und Kalkspath). Als untergeordnete secundäre Bildungen treten kleine unvollkommen ausgebildete Krystallgruppen von gediegen Schwefel und recht scharf entwickelte bis hirsekorngrösse Krystalle von Senarmontit auf.

In diesen Antimonerzlagerstätten sind nach von Fircks drei verschiedene Typen zu unterscheiden:

1. Nester und Trümer von Antimonglanz im Trachyt.
2. Gänge der Antimonerzformation inmitten der Schiefer.
3. Lagerartige Massen.

Letztere zeigen sich namentlich an der Grenze zwischen Kalk und Schiefer, alle aber in der Nähe der Trachyte.

Alle Erscheinungen deuten darauf hin, dass die Antimonerze von Kostainik aus eingedrungenen Lösungen abgesetzt sind, über deren Herkunft sich sichere Schlüsse noch nicht ziehen lassen.

Die Lagerstätte von Kostainik stellt einen neuen Typus von Antimonerzlagerstätten dar.

Ref.: Erich Kaiser.

10. J. H. L. Vogt (in Kristiania): **Weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Eruptivgesteinen** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 233—242, 370—382; 1901, 9, 9—19, 180—186, 289—296, 327—340).

Im Anschluss an frühere Beobachtungen (vergl. diese Zeitschr. 25, 428; 27, 533. Ref.) wird zunächst über neuere Untersuchungen an norwegischen Titaneisenerzausscheidungen berichtet.

Ein bei Andopen (68° n. Br.) auf Flakstadö auftretender grobkörniger, wenig gepressten Olivin und Hypersthen führender Labradorfels zeigt zwei neben einander auftretende Reihen von Ausscheidungen, nämlich einerseits von Titaneisenerz (in den Stufen: eisenerzreicher Gabbro — Titanomagnetitdiallagit — Titanomagnetitspinellit) und andererseits von Olivingesteinen (in den Stufen von Schlieren oder Gang bildendem Olivingabbro — magnesia- bzw. eisensilicat-reicher Gabbro — Plagioklas führende Olivingesteine — Peridotit mit wenig Plagioklas). Noch an anderen Stellen der Inselgruppe Lofoten nebst Vesteraalen wiederholen sich dieselben Verhältnisse, was sich nur durch den Umstand erklären lässt, dass bei der Abkühlung des Gesteinsmagmas ungefähr gleichzeitig zwei verschiedene magmatische Differentiationsvorgänge stattfanden, einmal eine Anreicherung von Titaneisenoxyden (Endresultat: Titanomagnetitspinellit), bei den anderen von Magnesiasilicat (Endresultat: ein ziemlich eisen-, besonders eisenoxydarmes Olivingestein; an einer Localität ein ebenfalls ziemlich eisenarmes Hypersthengestein).

Titanomagnetitspinellite (der Kürze wegen: Magnetitspinellite) von Routivara im nördlichen Schweden sind früher schon von W. Petersson (Geol. Fören. Förh. 1893, 15, 45—54) und Hj. Sjögren (ebenda 55—63, 140—143) untersucht worden. Dazu treten nun die Fundpunkte: 1) Auf Stjernö in Finnmarken (70½° n. Br.). 2) Bei Andopen in den Lofoten (siehe oben) mit 7,5 bis

10 % Spinell, in kleinen langgestreckten, aber unregelmässigen Massen, in Schlieren oder schlierenförmigen und zugartig angeordneten Klumpen, in der Regel mit ziemlich scharfer Grenze gegen den umgebenden Labradorfels. 3) Zu Solnör in Skodje, Söndmöre ($62\frac{1}{2}^0$ n. Br.) als ein ziemlich reines »Erzlager«. 4) Zu Hellevig bei Dalsfjorden in Ytre Holmedal, Söndfjord ($61\frac{1}{3}^0$ n. Br.) im umgewandelten Gabbro, hauptsächlich aus Saussurit nebst Omphacit, Granat u. s. w. bestehend. 5) Herrefjord bei Porsgrund ($59\frac{1}{8}^0$ n. Br.). 6) Spisholdt bei Krekling, östlich von Kongsberg, in grobkörnigem Gabbro; mit nur etwa 40–50 % Titanomagnetit, der Rest besteht ausser aus Apatit (daran ist das Gestein auffallend reich) nur aus Diallag, rhombischem Pyroxen, Olivin, farbloser, lichtgrüner Hornblende, etwas Granat. An einzelnen Stellen finden sich Apatit-Eisenerzausscheidungen mit winziger Beimengung von Eisen-Magnesiumsilicaten. 7) Radö nördlich von Bergen. Dazu treten noch früher von Vogt beschriebene und einige kleinere von Kjerulf angegebene Fundstellen.

Die Analysen dieser Erze zeigen in chemischer Beziehung eine gute Uebereinstimmung mit dem Magnetit-spinellit von Routivara, nämlich überall wenig Kieselsäure, keinen oder wenig Kalk, kein oder eine Spur Alkali, dagegen ziemlich viel Magnesia und noch etwas mehr Thonerde; die Titansäuremenge ist überall eine mittlere. Der niedrige SiO_2 -, der hohe MgO - und Al_2O_3 -Gehalt bedingen die bedeutende Krystallisation von Spinell, der in der Regel 5–10 % ausmacht. Er erreicht 3–5 mm Grösse und ist eingebettet in Magnetit, mit Andeutung von krystallographischen Umrissen. Aus dem Erze von Solnör wurde Spinell isolirt; die Analyse ergab:

Al_2O_3	64,8
Fe_2O_3	4,6
FeO	48,4
MnO	4,05
MgO	44,75
	<hr/> 100,3

FeO und Fe_2O_3 wurden aus 24,68 Fe_2O_3 , der Formel $RO.R_2O_3$ entsprechend, berechnet. Der untersuchte Spinell steht zwischen Pleonast und Hercynit, ersterem am nächsten.

Das Eisenerz der Magnetit-spinellite ist vorwiegend Titanomagnetit, mehrfach mit Beimischung von Ilmenit (Routivara, Hellevig, Andopen). Ausser Spinell und Eisenerz treten in den Magnetit-spinelliten auf bei Solnör: Hypersthen mit mässig hohem Eisengehalte, Granat; bei Andopen: braune basaltische Hornblende, Biotit, Hypersthen, Plagioklas, Olivin; bei Stjernö: Hornblende, Hypersthen, Plagioklas, secundärer Calcit; bei Hellevig: Hornblende, Glimmer.

Die Krystallisationsfolge unter den Erzmineralien ist 1. Schwefelkies, 2. Spinell, 3. Titaneisenerz (Titanomagnetit oder Ilmenit).

Der Magnetit-spinellit von Andopen zeigt eine gesetzmässige Verwachsung des Spinell mit dem Titanomagnetit: Der Kern wird aus einem erbsengrossen Spinellindividuum mit krystallographischer Begrenzung {111} gebildet; darum herum setzte sich in gleicher Orientirung Titanomagnetit ab, wobei sich ganz feine Schichten von Spinell verschiedentlich parallel den Oktaëderflächen des Titanomagnetit niederschlugen und von dem Titanomagnetit eingeschlossen wurden. Bei den anderen Vorkommen ist die gleiche Verwachsung nicht beobachtet.

Die Eisenerze bilden mehrfach die ältesten Ausscheidungen, sind aber häufig ganz oder beinahe ganz nach der Krystallisation der Silicatmineralien ausgeschieden. In dem Titanomagnetitdiallagit von Andopen und Selvaag in den Lofoten liegt der Diallag, in dem Magnetit-spinellit von Andopen die Hornblende mit mehr oder minder gut ausgeprägter Contour in dem Magnetit.

Während die Bildung der Nickelmagnetkiesaussonderungen im Allgemeinen als eine Grenzfacieserscheinung aufgefasst werden darf, beruht die Entstehung der Titan- und Chromeisenerzausscheidungen in basischen Eruptivgesteinen im Allgemeinen auf Differentiationsprocessen, die nicht auf die Grenzgebilde der Eruptivgesteine beschränkt sind.

Muttergesteine der Titaneisenerzausscheidungen sind vor allem die Gabbrogesteine und unter ihnen besonders die Labradorfelse, auf welche Ilmenitausscheidungen mit etwa 40 % TiO_2 beschränkt zu sein scheinen.

Die verschiedenen petrographischen Typen von Erzausscheidungen sind an bestimmte Eruptivgesteine gebunden, derart, dass ein scheinbar ziemlich untergeordneter Unterschied in der Zusammensetzung des Muttergesteines eine bedeutende Veränderung in der chemisch-mineralogischen Natur der Ausscheidung hervorrufen kann.

Die schieferigen Titaneisenerzvorkommen im Grundgebirge sind zum Theil als ausgepresste basische Aussonderungen in völlig ausgewalzten Gabbrogesteinen anzusehen. Die in der Begleitung der Titaneisenerze im Grundgebirge auftretenden »Hornblendegneisse« und »Hornblendeschiefer« sind als völlig ausgewalzter Gabbro zu deuten. — In drei Fällen finden sich Titaneisenerzconcentrations in Nephelinsyeniten (Alnö in Schweden; San Paulo-District in Brasilien; Magnet Cove, Arkansas).

Auszugsweise wird auf die namentlich aus Nordamerika bekannt gewordenen thonerdereichen Ausscheidungen von Magnetit-Spinell-Korund- und von beinahe reinen Korundgesteinen in basischen Eruptivgesteinen hingewiesen. Es sind wiederum reine Diffusionsvorgänge, die zu derartigen thonerdereichen oder fast allein aus Thonerde bestehenden Ausscheidungen führen.

Sehr ausführlich wird das Verhältniss von Fe_2O_3 zu FeO wie der Gehalt an Ti , Mn , Ni und Co , Cr und V , P_2O_5 , S u. s. w. in den Titaneisenerzaussonderungen besprochen. Eisenoxyd ist gewöhnlich stärker concentrirt als Eisenoxydul. Das stets vorhandene Titan wurde im Allgemeinen etwas stärker als Eisen angereichert; wichtig ist, dass der Titangehalt in den Aussonderungen mit zunehmendem Gehalte des Muttergesteins an Eisen-Magnesiumsilicaten abnimmt. Die Titansäure tritt vorwiegend als Ilmenit und Titanomagnetit, untergeordnet aber auch in den Eisen-Magnesiumsilicaten (z. B. in brauner basaltischer Hornblende) und in Spuren im Spinell auf. Mangan ist auch etwas, aber nicht so stark wie Eisen angereichert. Nickel und Kobalt kommen gelegentlich in geringer Menge vor. Chrom und Vanadin treten zehnmal so stark wie in dem Muttergesteine auf. In den meisten Fällen wanderte die Phosphorsäure nicht mit in die Aussonderungen.

An der Hand eines sehr grossen, von Vogt und von Anderen veröffentlichten Analysematerials wird nun der Verlauf der zu den Titan-Eisenerzaus-

sonderungen führenden Spaltungsprocesse (magmatischen Differentiationsprocesse) geschildert.

In dem Verlaufe des magmatischen Concentrationsprocesses sind drei verschiedene Stadien zu unterscheiden:

1. Concentration bis zu etwa 50 % $TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO$; Abnahme des ursprünglichen SiO_2 -Gehaltes bis zu etwa 20 %. Es wachsen die Gehalte an TiO_2 , Fe_2O_3 und FeO sehr stark und zwar TiO_2 stärker als $Fe_2O_3 + FeO$ und von diesen Fe_2O_3 stärker als FeO . Im Verhältnisse zu SiO_2 , Al_2O_3 , CaO und zu den Alkalien hat MgO in der Regel stark zugenommen. Die Alkalimenge hat durchgängig stärker abgenommen als die SiO_2 -Menge.

2. Concentration von 50—80 % $TiO_2 + Fe_2O_3 + FeO$; Abnahme der SiO_2 von etwa 20 bis etwa 8 %. CaO und Alkali sind beträchtlich verringert. Al_2O_3 und MgO sind gegenüber der sinkenden SiO_2 -Menge gestiegen.

3. Noch weitere Abnahme der SiO_2 bis zum völligen Verschwinden. Alkali und CaO verschwinden bis auf eine Kleinigkeit (Ausnahme bei den seltenen apatitreichen Endgliedern). Al_2O_3 und MgO und zwar ersteres in der Regel stärker angereichert.

Für die verschiedenen Bestandtheile der Titaneisenerzaussonderungen ergibt sich dabei ein verschiedenartiges gegenseitiges Verhalten wie auch des einzelnen während der verschiedenen Stadien des Concentrationsprocesses. Diese Verhältnisse werden genauer auseinandergesetzt und in sehr übersichtlicher Weise graphisch dargestellt. Diese Auseinandersetzungen können im Auszuge nicht wiedergegeben werden.

Zum Vergleiche werden auch einige genetisch entsprechende Differentiationsprocesse in anderen Gesteinstypen dargestellt.

Allen von Vogt besprochenen Differentiationsvorgängen ist gemeinsam, dass mit Abnahme der SiO_2 die Gehalte von Al_2O_3 , Na_2O und K_2O sinken, während andererseits die TiO_2 -, Fe_2O_3 - und FeO -Mengen steigen; anfangs nimmt auch die MgO -Menge fast immer zu. Weiter ist zu beachten, dass ein sehr weit fortgeschrittener Differentiationsvorgang nicht durch einfache Addition bezw. Subtraction erklärt werden kann, da der Differentiationsvorgang auf seinem Wege seine Richtung mehr oder minder ändert. Der Wanderung, die diesen Differentiationen zu Grunde liegt, waren unterworfen einmal die Titaneisenoxyde als solche, dann aber auch Mg - Fe -Silicate, während ein Theil der SiO_2 hauptsächlich zusammen mit Al_2O_3 , CaO , Na_2O und K_2O das Lösungsmittel bildete. Die chemische Zusammensetzung sowohl der »aufgelösten Bestandtheile« wie auch des »Lösungsmittels« änderte sich fortwährend im Laufe des Differentiationsvorganges.

Von Brögger ist nun schon gezeigt worden, dass ein ausgesprochener Parallelismus zwischen der gewöhnlichen Differentiationsfolge und der Krystallisationsfolge stattfindet. Dieses Gesetz wird näher geprüft und gezeigt, dass die in jedem einzelnen Stadium im Verlaufe der Differentiation vorhandenen Bedingungen für die Krystallisation — oder für die Individualisation der »aufgelösten Bestandtheile« — auch für die weitere Differentiation massgebend sind.

Bemerkenswerth ist der Parallelverlauf von zwei selbständigen Differentiationsprocessen, einerseits von oxydischen oder sulfidischen Erzaussonderungen und andererseits von Mg - Fe -Silicaussonderungen.

Die magmatische Differentiation von 1) Phosphorsäure (Apatitsubstanz), 2) Schwefel (Kies), 3) Ti - Fe -Oxyden nebst Spinell, 4) Mg - Fe -Silicaten werden nicht von mit einander identischen chemisch-physikalischen Factoren bedingt.

Anschliessend an seine früheren Darlegungen bezeichnet Vogt als Factoren für die Ursachen der Differentiationserscheinungen:

1. Die chemischen Verwandtschaftseigenschaften (oder die chemische Massenwirkung) bei dem herrschenden Druck, Temperatur u. s. w. und bei Gelegenheit von aufgelöstem Wasser und (anderen) sogenannten »agents-minéralisateurs«.

2. Einfluss von Unterschieden der Temperatur (oder osmotischem Druck), der Schwere.

3. Viscositäts- und Schmelzbarkeitsgrade, Diffusionsgeschwindigkeit, Löslichkeitseigenschaften.

4. Magnetische (??) und elektrische Erscheinungen. Ausserdem noch eine nicht unwesentliche Anzahl von bisher nicht berücksichtigten Factoren.

Früher waren die Differentiationserscheinungen mehr oder minder direct in Verbindung mit der vom Nebengestein ausgehenden Abkühlung gebracht. Das mag ja in zahlreichen, aber lange nicht in allen Fällen berechtigt sein.

Der Hauptfactor bei der magmatischen Differentiation muss längs der Contacte wirken, muss aber auch im Inneren der Magmen local eine gelegentlich selbst sehr starke Wirkung ausüben. Anschliessend an die Darlegungen von Arrhenius schreibt Vogt dem Wasser eine solche Wirkung zu. Bei der Wanderung nach der Grenzfläche hin soll das Wasser seinen chemischen Einfluss ausüben. Die Annahme, dass die magmatische Differentiation hauptsächlich auf denjenigen chemischen Einflüsse beruht, den das Wasser bei Veränderung von Druck, Temperatur u. s. w. ausübt, erklärt erstens, dass die Differentiation besonders eine Grenzfacieserscheinung sein muss, zweitens, dass ferner auch stark eingreifende Differentiationen im Inneren der Magmen local stattfinden können.

Ref.: Erich Kaiser.

11. Fr. Ryba (in Příbram): Beitrag zur Genesis der Chromeisenerzlagerstätte bei Kraubat in Obersteiermark (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 337—344).

In der Umgebung von Kraubat tritt ein Dunit auf, der vorwiegend aus Olivin und Chromit besteht. An einzelnen Stellen gesellt sich dazu Bronzit, Uebergänge des Dunit in harzburgitartige Gesteine vermittelnd. Grosse Bronzitenester, zuweilen mit Chromdiopsid, bilden accessorische Bestandmassen. Als primäres Mineral soll Millerit, als secundäres Texasit, dieses im Olivin, auftreten. Der Chromit ergab nach der Analyse von R. Vambera: SiO_2 4,3, MgO 9,7, CoO 6,4, FeO 9,1, Al_2O_3 13,7, Cr_2O_3 56,2, Summe 99,4.

Es liegt also kein reines $FeCr_2O_3$ vor. Chromit zeigt {111} mit gerundeten Kanten. Die Krystalle sind selten aneinandergereiht; es treten auch unregelmässige derbe Ausscheidungen und Nester auf.

Ausführlich wird sodann im Anschlusse an Vogt (s. diese Zeitschr. 27, 533) dargethan, dass der Chromit in Peridotiten und den daraus entstandenen Serpentinien primäres Spaltungsproduct ist. [Diese Ausführungen wenden sich gegen die Darstellung in einer grossen Zahl von »wohlbekannten Lehr- und Handbüchern der Mineralogie, Petrographie und Geologie«, die den Chromit als Zersetzungsproduct des Olivin betrachten sollen. Dem gegenüber macht Ref. darauf aufmerksam, dass in den beiden wichtigsten Handbüchern der Petrographie von Rosenbusch (Mikr. Physiogr. d. Mineralien 3. Aufl. 1892, 289), wie von Zirkel (Lehrb. d. Petrographie, 2. Aufl. 1893, 1, 426) auf die wohlbekannte

Thatsache hingewiesen wird, dass der Chromit in den an Magnesia reichen Gesteinen zu den ältesten Ausscheidungen gehört. Es ist also der Nachweis über das Alter des Chromit als Spaltungsproduct schon früher erbracht. Die ausgedehnte Polemik des Verfassers hätte sich deshalb sehr kürzen lassen können.]

Ref.: Erich Kaiser.

12. J. V. Želízko (in Wien): **Das Feldspathvorkommen in Südböhmen** (Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1900, 48, 669—674).

Bei Nuzin, südwestlich von Wollin, treten Gänge von Turmalingranit auf mit vorherrschender Menge eines bläulichen und weisslichen »Feldspathes« mit dünnen Turmalinkrystallen. Das Gestein geht stellenweise in Gänge von Pegmatit mit vorherrschendem grauem oder graublauem Quarz mit eingesprengten Turmalinkrystallen und Glimmernestern über.

Chemische Zusammensetzung des »Feldspath«:

<i>SiO₂</i>	67,95
<i>Al₂O₃</i>	18,60
<i>CaO</i>	0,47
<i>K₂O</i>	9,60
<i>Na₂O</i>	3,16
<i>MgO</i>	0,09
<i>FeO</i>	Spur
	<hr/> 99,87

Es werden noch weitere Vorkommnisse reinen Feldspathes und Quarzes in der Umgebung von Wollin angeführt.

Ref.: Erich Kaiser.

13. E. Haber (in Ramsbeck i. Westf.): **Die geschwefelten Erzvorkommen an der Westküste von Tasmanien** (Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen i. preuss. Staat 1900, 48, 432—459).

Neben zahlreichen statistischen und technischen Details enthält die Arbeit Angaben über die in den einzelnen Erzvorkommen auftretenden Mineralien, ohne dass auf die Mineralien näher eingegangen wird.

Im Mt. Lyell-District ist im »Schalstein« eine Zone durchsetzt von »fein krystallisiertem« Eisenkies (meist {100}), der an manchen Stellen anschwillt und zu bergbaulichen Versuchen geführt hat. Er wird begleitet von Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz. An der unteren Grenze des Schalsteines treten Baryt und Rotheisenstein mit nicht unerheblichen Mengen von Gold auf.

Im Mt. Reid-District finden sich in ähnlichem »Schalstein«, an Zinkblende, untergeordnet an Bleiglanz gebunden, Baryt und verschiedene Kupfererze, stellenweise reich an Gold, sodass unter recht primitiven Verhältnissen hier der Abbau lohnte.

Im Dundas-District finden sich Fahlerz und Wismuthglanz führende Spath-eisensteingänge, untergeordnet mit Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz.

»Auf dem Contacte des Serpentin mit dem angrenzenden Gebirge« desselben Districts treten Dolomitmassen mit Spath-eisenstein-Ausscheidungen und Bleiglanz auf; in der Tiefe zeigt sich Spath-eisen unregelmässig gang-

förmig mit Bleiglanz, Blende, Pyrit, Jamesonit und anderen seltenen Mineralien. An anderen Stellen treten Krystalle von Krokot (vgl. diese Zeitschr. 28, 220; 30, 393. Ref.), Cerussit und Anglesit auf.

Im Zeehan-District tritt Zinnstein zusammen mit Turmalin auf; silberhaltiger Bleiglanz in Spath Eisenstein.

Die Ansichten über die Entstehung der einzelnen Lagerstätten kann Ref. nicht theilen, namentlich da über die einzelnen Gesteine, wie zum Beispiel über den vom Verf. so oft erwähnten »Schalstein«, keine genauere Untersuchung vorliegt. Ein Eingehen auf diese Verhältnisse muss unterbleiben.

Ref.: Erich Kaiser.

14. O. Fahrenhorst (in ?): Ueber ein Vorkommen von Dolomit bei Magdeburg (Zeitschr. f. Naturwissenschaften 1900, 73, 275–279).

In der Kulmgrauwacke von Ebendorf, ungefähr 5 km nordwestlich von Magdeburg, finden sich auf Spalten über einer mehr oder weniger dicken Schicht von späthigem Dolomit gut ausgebildete Krystalle von Braunspath, Calcit, Baryt, Pyrit und Kupferkies.

Braunspath zeigt nur {10 $\bar{1}$ 1}. (10 $\bar{1}$ 1):(01 $\bar{1}$ 1) = 73°50', fast farblos, durchscheinend, von lebhaftem Glasglanze; gelblich und matt infolge begonnener Verwitterung. Parallelverwachsung; gekrümmte Flächen. Eingeschlossen ist Quarz in geringer Menge. Zusammensetzung:

SiO ₂	0,16	CO ₃ Ca	54,32
CaO	28,69	CO ₃ Fe	22,60
FeO	14,01	CO ₃ Mg	25,14
MgO	11,95	CO ₃ Mn	4,41
MnO	0,85		
			<hr/> 100,47

CO₂ aus der Differenz bestimmt.

$$\text{CO}_3\text{Ca} : \text{CO}_3(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}) = 4 : 4; \text{Mg} : \text{Fe} = 2 : 3.$$

Es liegt also normaler Braunspath mit relativ hohem Gehalt an Ferrocarbonat vor. Spec. Gew. 2,96.

Von anderer Stelle derselben Steinbrüche stammendes Material ergab:

SiO ₂	0,08	CO ₃ Ca	57,14
CaO	31,95	CO ₃ Fe	17,29
FeO	10,71	CO ₃ Mg	22,15
MgO	10,53	CO ₃ Mn	3,86
MnO	2,37		
			<hr/> 100,44

CO₂ aus der Differenz bestimmt.

$$\text{CO}_3\text{Ca} : \text{CO}_3(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Mn}) = 4 : 3; \text{Mg} : \text{Fe} = 3 : 4.$$

Es zeigt sich hier also ein Ueberschuss an CO₃Ca. Calcit zeigt nur {01 $\bar{1}$ 2} mit zurücktretendem {10 $\bar{1}$ 0}. Die Oberfläche der Krystalle ist rau und drusig durch zahlreiche »Subindividuen«.

Baryt derb und in Dolomit eingewachsene, bis zu 3 cm grosse, fast farblose Krystalle.

Kupferkies eingewachsen in Braunspath.

Pyrit zeigt {100} und {111} im Gleichgewicht; Durchkreuzungszwillinge nach {111}.

Ref.: Erich Kaiser.

15. F. Wiegers (in Berlin, früher in Karlsruhe): **Ueber Aetzungserscheinungen am Gyps** (Zeitschr. f. Naturwissenschaften 1900, **73**, 267—274).

In Thongruben von Trotha bei Halle a. S. wurden neben Pyrit- und Markasitconcretionen Gypskrystalle gefunden, die durch Aetzungserscheinungen und dadurch veränderte Form wie auch durch ihre Einschlüsse beachtenswerth sind. Es treten auf: {010}, {110}, {111}; Zwillinge nach {100}, wie einfache Krystalle. Alle Flächen zeigen Aetzungserscheinungen. Auf {010} sind Aetzhügel und Aetzgrübchen vorhanden, wie sie schon von Baumhauer beschrieben wurden. Einige Krystalle zeigen auf {010} fast nur Aetzhügel.

Bei diesen Aetzerscheinungen bildeten sich verschiedene neue Flächen, ebenso als Abstumpfung der Kanten Präerosionsflächen. An Spaltungsstücken wie an Zwillingen treten die Erscheinungen besonders stark auf. An den Zwillingen nach {100} schreitet die Aetzung in der Weise fort, dass die negativen Pyramidenflächen zerstört werden und positive Pyramidenflächen an ihre Stelle treten. Der einspringende Winkel des Schwalbenschwanzzwillinges verschwindet; es bildet sich allmählich ein fingerförmiger Zwillingskrystall aus, der keine scharfen primären Kanten mehr aufweist.

Einschlüsse von Thon zeigen sich namentlich in den Zwillingen und zwar so angeordnet, dass in der Richtung der *c*-Axe Streifen von grünem Thon parallel der Zwillingsene eingelagert sind. Parallel den Flächen der negativen Pyramiden zweigen sich weitere Streifen von eingeschlossenem Thon ab.

Ref.: Erich Kaiser.

16. Fr. Hupfeld (in Berlin): **Die Eisenindustrie in Togo** (Mittl. a. d. Deutschen Schutzgebieten 1899, **12**, 175—194. — Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, **8**, 118—119).

Brauchbare Eisenerze finden sich in den krystallinischen Schieferen des ganz Togo durchziehenden Gebirgssystems und auch des Dako-Suduplateaus an vielen Stellen. Jetzt findet die Gewinnung nur an zwei Stellen statt, im Basari-Banyerigebiete im Norden und in der Landschaft Boëm in Mitteltoگو.

In dem Basari-Banyerigebiete ist das Erz an den Erzbergen Banyeri, Kabu und Basari Quarziten eingelagert als Rotheisenstein, welcher nach der Analyse von Dr. Krug bei Banyeri folgende Zusammensetzung zeigt: Fe_2O_3 98,43, SiO_2 1,54, P_2O_5 0,03, SO_3 Spur, kein *Mn*.

Oberflächlich ist das Erz zu tiefdunkelrothem Laterit umgewandelt; es wird ab und zu von Quarzadern durchzogen.

In der Landschaft Boëm sind dem Quarzit einzelne Rotheisensteinlinsen eingelagert. Das Erz ist unreiner, mit Laterit und Brauneisenstein vermischt, von Quarzadern durchzogen.

Ref.: Erich Kaiser.

17. W. Bornhardt (in Clausthal) und **B. Kühn** (in Berlin): **Notizen über Mineralien Deutsch-Ostafrikas** (in W. Bornhardt, Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. Berlin 1900).

Die zahlreichen petrographischen Details, die dem Werke eingestreut sind, können hier nicht ausgezogen werden. Es sind nur die makroskopischen Eigenschaften der wesentlichsten Mineralien unter Benutzung des Registers dem Werke entnommen. Dabei handelte es sich vornehmlich um technisch eventuell nutzbare Mineralien.

Apatit als Begleiter von Muscovit in pegmatitischen Gängen am Ssuwi-Bache, nördlich vom Pongue-Berge in Useguha; olivengrüner Apatit in glimmerführendem Pegmatitgänge am oberen Mbakana im südlichen Uluguru-Gebirge; himmelblauer Apatit als Einschluss im grobkrySTALLINEN, weissen Kalkstein am Mkowo-Bache in Makonde.

Beryll, lichtgrün, langstengelig, untergeordnet in Pegmatit, Gemarkung Namaputa am Mui-Bache, Nebenbach des Rovuma.

Bittersalz als weisse, seidenglänzende Ausblühungen in Schiefern am Kokwamdogo-Bache, einmündend in den Rufiyi an der Pangani-Enge. Zusammensetzung: Rückstand (in H_2O unlöslich) 6,74, MgO 15,42, SO_3 31,42, H_2O 46,62, Summe 99,89. Der Krystallwassergehalt beträgt weniger als die gewöhnlich vorhandenen 7 Moleküle.

Brauneisenerz in erbsen- bis nussgrossen unreinen zerreiblichen Graupen mit reichlichem Gehalte an Magnetit in Schnüren und Nestern im Laterithoden bei Bulungua im Kingagebirge am Nyassa-See, von den Eingeborenen durch Auswaschen gewonnen.

Eisenspath. Ein »verhältnissmässig reiches Eisencarbonat« findet sich in eisenschüssigem Conglomerat am Mtambalala-Bache (in den Ndombi und durch diesen in den Nyassa-See mündend).

Gold in Spuren in den Gneissen Ost-Usambaras und Bondeis; ebendort secundär in den Alluvionen; in Quarzgängen in der Landschaft Usindya im Süden des Victoria-Nyansa, ebenso wie im Nordosten des Nyassa.

Granat findet sich ausgewittert aus Hornblendegneiss am Namaputa-Bache, Seitenbach des Rovuma. Der Granat ist ursprünglich in rundlichen bis faustgrossen Einschlüssen unregelmässig im Gneiss vertheilt. Zusammensetzung:

SiO_2	38,87
Al_2O_3	23,15
FeO	20,55
CaO	5,58
MgO	11,74
	<hr/> 99,89

Spec. Gew. 3,875 (von R. Scheibe bestimmt). Magnesiareicher Almandin. In den meisten Stücken klar durchsichtig, columbinroth mit Strich ins bräunlichrothe. Lieferte gute Schmucksteine; ob jedoch eine dauernde Gewinnung sich ermöglichen lasse, ist noch zweifelhaft. Sonst wurde Granat als Gemengtheil des Gneisses häufig in nicht verwerthbaren Stücken an den verschiedensten Pnnkten gefunden.

Graphit in schwärzlichgrauem, grobfaserigem Graphitgneiss in einem Striche, der sich von Norden nach Süden über das ganze Uluguru-Gebirge verfolgen lässt. Bauwürdige Graphitlagerstätten wurden nicht aufgefunden.

Gyps ist am Kisigo-Berge im Hinterlande von Saadani Mergeln und kalkhaltigen Sandsteinen der Kreide bankförmig eingeschaltet; »thoniger Gyps mit Schnüren von Gypsspath« in wahrscheinlich oberjurassischen Ablagerungen am Mahokondo-Bache zwischen Kilwa und Kiswere (Küstengebiet).

Magneteisenerz als Sand ausgewaschen aus rothlehmigem Verwitterungsboden am Namtshueya, Unterlauf des Rubuhu, Nyassa-See; titanreiches Magnet-eisenerz lagerartig im Gneiss am oberen Mbakana, Uluguru-Gebirge (Analyse I); auf der Hundussi-Höhe am Westhange des Uluguru-Gebirges liegen zahlreiche

grosse Brocken von polarmagnetischem Magnetisenerz (Analyse II) zerstreut in einem dunkelrothbraunen Boden.

	I.	II.
Rückstand	7,43	30,88
TiO_2	25,34	4,85
Fe_2O_3	63,49	Fe_3O_4 65,52
Al_2O_3	0,22	0,46
CaO	0,38	0,47
MgO	2,45	0,69
	98,98	99,27

In feiner Vertheilung ist sowohl Magnetisenerz wie Titaneisen ausserordentlich häufig in Gneissen der verschiedensten Art vorhanden.

Theilweise in Rotheisenerz umgewandelte Magnetitkrystalle, sogenannter Martit, finden sich im Glimmerschiefer im Kinga-Gebirge, Nyassa-See.

Muscovit. Das Auftreten als gewöhnlicher Gemengtheil der Gneisse und Granite muss hier übergangen werden. Grossplattiger Muscovit findet sich in einer stark verwitterten, grusartig zerfallenden, gelbbraun gefärbten Gesteinsmasse am Ssuwi-Bache, nördlich vom Pongue-Berge in Useguha, in dicken, bis 0,5 m grossen Tafeln, stark gefaltet und geknickt, so dass nur selten mehr als 5 cm grosse, von Knicken und Rissen ganz freie Stücke sich heraus schneiden liessen. Das Vorkommen ist technisch nicht verwertbar.

Bei Kigambue, östlich von Mrogoro, bei dem Dörfchen Mssassa, Gemarkung Kibunduga, beide im nördlichen Uluguru-Gebirge, bei Kikoyo Kwa Komora im westlichen Uluguru-Gebirge, finden sich Glimmervorkommnisse, die 40—45 cm, in einzelnen Fällen 40 cm grosse Platten lieferten. Bei Kong'ho wird ein im Granathornblendgneiss aufsetzender Pegmatitgang stellenweise fast ganz aus bräunlich durchsichtigem Muscovit gebildet. Das Material hat meist durch Gebirgsdruck gelitten.

Am oberen Mbakana-Bache im südlichen Uluguru-Gebirge fand sich ein den Abbau lohnendes Muscovitvorkommen wiederum in einem Pegmatitgange. Das Salband wird von einer 0,3—0,6 m starken Pegmatitlage aus erbsen- bis nussgrossen Quarz-, Feldspath- und Glimmertheilen gebildet; das Innere des Ganges besteht aus reinem weissen Quarz, zwischen diesem und dem Salbande lagert in buntem Wechsel der grossplattige Muscovit. Die grösste Muscovittafel, ein Krystallindividuum, mass $0,88 \times 0,78$ m Fläche bei 0,45—0,25 m Dicke. Dunkelbraun bis dunkelgrünlichbraun in dickeren Stücken gefärbt, aber in 4 cm dicken Stücken noch recht durchsichtig. Auf den Spaltflächen sind eingelagert äusserst dünne Plättchen und Nadeln von theils blutroth, theils dunkelbraun und schwarz gefärbten Mineralien (Eisenglanz, Brauneisenerz, Magnetit).

Psilomelan im Kipengele-Gebirge, Kinga, Nyassa.

Schwefel fein vertheilt, zum Theil auch in kleinen Hohlräumen in Krystallform ausgeschieden in Sandsteinen von Wingayongo, nordwestlich von Mohorro. Diesen schwefelhaltigen Sandsteinen entspringen wahrscheinlich die Schwefelthermen von Nyunguni, an denen sich neben Sinterkalkbildungen erdiger Schwefel absetzt.

Titaneisenerz siehe Magnetisenerz.

Tremolit in bis faustgrossen, seidenglänzenden und zum Theil radialstrahligen Stücken in grobkrySTALLINEM Kalk im Uluguru-Gebirge.

Turmalin, fast schwarz, im Pegmatitgange in der Gemarkung Namaputa, Rovuma.

Ref.: Erich Kaiser.

18. A. F. Molengraaff (in Pretoria): **Notizen über das Vorkommen von Mineralien in der Süd-Afrikanischen Republik** (in: Geologische Aufnahme der Süd-Afrikanischen Republik. Jahresbericht über das Jahr 1898. Pretoria 1900. — Auszug in Zeitschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 347—348).

4. District Vryheid. In der Barberton-Formation zeigt sich Gold in Quarzgängen: auf dem Grundstücke Wonderfontein am Pongolo-Flusse in weissen Quarze zusammen mit »Eisenerz und ein wenig Pyrit«, auf der Farm Doornhoek und deren Umgebung in theilweise goldreichem Quarze zusammen mit Pyrit und Kupferkies. In derselben Formation treten concordant eingelagerte, goldführende Conglomeratbänke auf, die grosse Uebereinstimmung mit dem »Witwatersrand-Banket« zeigen. Fundpunkte: Farm Rondspring, Farm Tusschenheide, Farm de Waard.

In zersetztem Amphibolit, der reich an Talk und Chlorit ist, fand sich ged. Kupfer auf der Farm Gondhoek, »gebogen und von eigenthümlicher Gestalt«. Ausserdem fanden sich dort: Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Malachit, in Quarz oder dem Schiefer direct eingesprengt. Auf der Farm Breda tritt Kupferkies und Malachit in einem Quarzriff auf.

2. District Waterberg. Im Quarzporphyr finden sich Gänge, die grösstentheils von einer Breccie ausgefüllt werden; die Zwischenräume der einzelnen Porphybruchstücke sind durch Quarz, theilweise auskrystallisirt, mit kleinen Eisenglanzkrystallen, ausgefüllt. An anderen Stellen findet sich auch eine Ausfüllung durch Eisenglanz, Fluorit und Quarz. Der Quarz ist Goldführend.

Ein unbedeutender Goldgehalt findet sich in den Conglomeraten der Waterberg-Sandsteinformation auf dem Palala-Plateau.

3. District Middelburg. Auf der Farm Rhenosterhoek tritt Schwefel zusammen mit Eisenvitriol als Zersetzungsproduct von Pyrit auf. In der Nähe derselben Farm tritt Magnetit in ansehnlichen Ablagerungen auf.

Ref.: Erich Kaiser.

19. C. Schmidt (in Basel): **Mineralien aus dem Triasdolomit des Balt-schiederthales im Wallis** (N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1900, 1, 46—24).

In den Drusenräumen des Dolomites, dessen geologische Stellung nach v. Fellenberg besprochen wird, kommen vor:

Dolomit {10 $\bar{1}$ 1}, Durchkreuzungszwillinge nach {0001}. Calcit in kugligen Krystallen, Combination mehrerer Skalenoëder, Schimmermessungen deuten auf {2131} und {2134}; ein Zwilling (2,5 cm) nach {0001} zeigt {10 $\bar{1}$ 1}, {7.7.14.12}. Flussspath in grossen trüben, graulichweissen, bläulichen, grünen oder violetten Krystallen (bis 3 cm) {100} {110}, Zwillinge nach {111}; kleinere wasserhelle Krystalle (2—6 mm) zeigen {100}, {110}, {311}, {421}. Cölestin in zwei Typen; grössere farblose oder bläuliche, nach {001} tafelförmige, baryt-ähnliche, in Richtung der Makroaxe 12 mm messende Krystalle zeigen {001} herrschend, {110}, {111}, {011}; kleinere 3—4 mm lange, charakteristisch blaue, nach (010) tafelförmige, oder nach der Brachyaxe säulenförmige Krystalle zeigen {011}, {100}, {102}, {001}. Eine Analyse von Scheid ergab:

<i>SrO</i>	54,29
<i>BaO</i>	0,25
<i>CaO</i>	0,17
<i>SO₃</i>	42,72

Spuren von SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Daraus wird berechnet:

SO_4Sr	95,94
SO_4Ba	0,37
SO_4Ca	0,36

Baryt in mit Dolomit besetzten braunen Tafeln {001}, {110}, {111}. Quarz in den gewöhnlichen Formen des Bergkrystalles und in bis 5 cm langen, braunen, seidenglänzenden, spießigen Krystallen, die aus der Combination eines sehr steilen positiven mit einem sehr steilen negativen Rhomboëder bestehen, deren Indices sich nicht ermitteln liessen. Die braune Farbe und der Seidenglanz wird durch Einschlüsse eines braunen, phlogopitartigen Glimmers hervorgerufen. Adular, {110} {101} {203} {001}, Durchkreuzungszwillinge, Drillinge und Vierlinge nach {021} bzw. {001}. Anatas, diamantglänzend, {111} {101} {001}. Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Kupferlasur, Malachit.

Dolomit ist das älteste Ausscheidungsmineral auf den Wandungen der Klüfte, jünger sind Quarz und Flussspath, dann Adular. Zuletzt scheint Cölestin auskrystallisiert zu sein. Anatas wird von Quarz und Adular umwachsen. Die Erze finden sich nur auf den quarzreichen Stufen. Ref.: Erich Kaiser.

20. A. Bodmer-Beder (in Zürich): **Beiträge zur Petrographie des östlichen Rhätikons** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 1, 120—128).

1. Hornblendezoisitschiefer von dem Abhange »auf den Bändern« im Gafenthal, soll aus einem Gesteine der Lamprophyrfamilie durch Dynamometamorphose hervorgegangen sein.

Die Ausscheidungsfolge und die Umwandlungserscheinungen werden durch folgendes Schema wiedergegeben:

Zirkon			
Apatit			
Rutil?			
Ilmenit	Leukoxen	Titanit	Rutil? Magnetit.
Hornblende	{	Pistazit,	
		Biotit	Ilmenit
		Zoisite, Calcit.	Chlorit, Magnetit?
Orthoklas	{	Sericit, Muscovit, Quarz	Granat (Grossular).
Oligoklas			

Von besonderem Interesse sind gestauchte Hornblendekrystalle, die im Dünnschliffe neben feinsten, bereits mit Biotit gefüllten Druckrissen bei der Beobachtung nach der Becke'schen Beleuchtungsmethode feine Runzeln oder Fältchen zeigen. Die Oberfläche erscheint stellenweise in kleine, erhöhte Quadrate getheilt. In Wirklichkeit ist die Schlifffläche eben; die anscheinenden Runzeln, Fältchen oder Wellen zeigen die durch Druck erzeugten, 0,02—0,03 im Brechungsexponenten betragenden Unterschiede in der Lichtbrechung. Allmähliche Aenderung des Lichtbrechungsvermögens wird scheinbar Runzeln, plötzliche dagegen scheinbare Knickungen erzeugen.

2. In Casannaschiefer desselben Fundpunktes fanden sich u. a. graphitartige, grössere, scharf abgegrenzte Gebilde, bei denen Glühen und Aetzen auf ein ursprüngliches Gemenge von »Graphitoid«, Eisenzerzen und Quarz hinwiesen. Diese Gebilde sind wohl organischen Ursprunges.

3. Dolomit. I. vom Contact mit Casannaschiefer, II. mit Hornblende-zeolithschiefer. Kalkspath soll nur die Rolle des Cementes spielen, der die Körnchen und Aggregate des Dolomites, wie die Klüfte und Adern verkittet. Die Analysen von G. Nussberger ergaben:

	I.	II.	
	CO_3Mg	40,845	39,300
	CO_3Ca	54,175	54,445
Daraus:	C_2O_6CaMg	89,217	84,958
	CO_3Ca	5,773	8,787

Ref.: Erich Kaiser.

21. L. Mileh (in Breslau): **Mineralogische Mittheilungen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 1, 152—164).

1. Ueber einen Albitzwilling nach dem Bavenoer Gesetze von Schmirn (Tirol). Der Krystall entstammt der Sammlung von Herrn Seligmann in Coblenz. Das spec. Gew. 2,61 und die Winkel ergaben, dass Albit vorliegt, von dem bisher nur drei Fälle einer Zwillingbildung nach dem Bavenoer Gesetze bekannt waren. Es treten auf: herrschend $\{101\}$, $\{201\}$, $\{110\}$, etwas kleiner $\{1\bar{1}0\}$, zurücktretend $\{001\}$, $\{1\bar{1}1\}$, an einem Individuum auch $\{021\}$. An dem rechten Krystalle treten die Flächen (101) , $(20\bar{1})$, (110) , $(1\bar{1}0)$, (001) , $(1\bar{1}1)$, (021) auf, an dem linken $(10\bar{1})$, (201) , $(1\bar{1}0)$, (110) , $(00\bar{1})$, (111) . An der Zwillingsgrenze ist das Gebilde so stark verkürzt, dass der von den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$ gebildete einspringende Winkel mit den von den Flächen von $\{1\bar{1}1\}$ gebildeten ausspringenden zusammenstößt (vgl. Hintze, Handbuch der Mineralogie 2, 1457).

2. Ueber Albitvierlinge nach dem Bavenoer Gesetze vom Rettenegg in der Rauris (Salzburg). Weisse Krystalle in Begleitung von Bergkrystall (Sammlung Seligmann) erwiesen sich als Albit, $\{001\}$ $\{010\}$ $\{101\}$, in Vierlingen nach dem Bavenoer Gesetze, $\{001\}$ nach aussen kehrend, terminal von $(10\bar{1})$ begrenzt, einspringende Winkel bildend. Zwei Vierlinge dieser Ausbildung sind noch nach dem Karlsbader Zwillingsgesetze verwachsen (vgl. Hintze, Handbuch der Mineralogie 2, 1456).

3. Ueber Kupferglanzzwillinge von Cornwall. Kupferglanz von St. Ives und von der Levantmine bei St. Just, aus der Sammlung Seligmann, zeigt Zwillinge nach einer Fläche von $\{201\}$. $(001):(001) = 33^\circ 14'$ (ber.), $33^\circ 6'$ (gem.). Theils einfache Durchkreuzungen, theils mehrfache Verwachsungen. Zuweilen treten verschiedene Verwachsungen an derselben Stufe auf; um einen Durchkreuzungszwilling nach $\{110\}$ lagern sich kleinere Individuen nach $\{201\}$. Zahlreiche, in sechs Reihen angeordnete, unter sich nach $\{110\}$ verwachsene Zwillinge und Drillinge stehen mit dem Centralstocke in Zwillingbildung nach $\{011\}$. Der Typus der einzelnen Individuen ist abhängig von den Zwillingsgesetzen, nach denen sie mit einander verwachsen sind. Eine Notiz des Vorkommens gab Hintze, Handbuch 1, 530. (Die bisher noch nicht beschriebene Zwillingbildung nach $\{201\}$ reiht sich den vom Ref. in dieser Zeitschr. 27, 47—48 besprochenen an.)

4. Ueber Columbit von Sonikedal bei Kragerö. Krystalle von Columbit stammen nach dem Zusammenvorkommen mit Phenakit wahrscheinlich von derselben Lagerstätte am Kammerfosselsen, von der die von Bäckström beschriebenen Phenakite herrühren (s. diese Zeitschr. 30, 352). [Die »Feld-

spathgrube«, aus der die Phenakite und somit auch die Columbite stammen, liegt nahe dem Ausgange des Kammerfosselves in den Kilfsfjord am Nordwestabhange des Sjaaen (Blatt Kragerø der topographischen Karte 1:100 000 von Norwegen) in einem mittelkörnigen, stark drusigen Pegmatit. Beobachtung des Ref. im Herbst 1899.] Der Columbit ist nicht sehr flächenreich: {100}, {010}, {110}, {130}, {011}, {021}, {133} (Aufstellung nach Dana). Säulenförmig nach der Verticalaxe; durch Herrschen von {100} Streckung nach der Makrodiagonalen, von {130} nach der Brachydiagonalen. Zwilling nach {021}.

Neben regelmässig ausgebildeten und sehr stark verzerrten Krystallen finden sich nicht selten gut ausgebildete, bei denen die Flächen von {133} abwechselnd gross bzw. klein auftreten. Aehnliche Ausbildung beobachtete auch Schrauf. Die Vermuthung, dass der Columbit nicht rhombisch-holoëdrisch (in der bipyramidalen Klasse), sondern hemiëdrisch (in der bisphenoidischen Klasse) krystallisire, wurde bestärkt durch die Beobachtung, dass sich an mehreren Krystallen einspringende Winkel der Prismen- bzw. Pyramidenflächen finden, infolge einer regelmässigen Verwachsung nach {100}, welche sich auch in einigen Fällen bei mehreren Individuen zeigte (eventuell polysynthetische Zwillingsbildung). Aetzungen, namentlich auf der Querfläche und dem Brachydoma, lieferten zwei Streifensysteme, die nicht symmetrisch zu der Verticalen und der Makroaxe bzw. Brachyaxe liegen, während sie auf dem Brachydoma zu einer Grenze symmetrisch liegen, die mit der Trace der Querfläche zusammenfällt und in der Fortsetzung eines von den Prismenflächen gebildeten einspringenden Winkels liegt. Die Aetzungen besitzen zwar nicht die wünschenswerthe Deutlichkeit, sprechen aber keinesfalls für die Zugehörigkeit des Krystalles zur rhombisch-holoëdrischen (bipyramidalen) Klasse. Aus dem niedrigen spec. Gew. 5,45 wird geschlossen, dass ein tantalarmer Columbit, also Niobit, vorliegt.

Ungleich grosse Ausbildung benachbarter Flächen von {133} wurde auch an Krystallen von Ivigtut, Standish (Maine) und Bodenmais beobachtet.

Ref.: Erich Kaiser.

22. F. Rinne (in Hannover): Notiz über Rubin und Chromverbindungen (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 1, 168—172).

Nach dem Verfahren von H. Goldschmidt zur Erzeugung hoher Temperaturen erhält man Korundkrystalle in Tafeln von 1 cm und mehr Durchmesser bei einer Plattendicke bis etwa $\frac{1}{2}$ mm. Unter Anwendung von Eisenoxyd bei der Darstellung werden die Krystalle gelblichbraun, bei Anwendung von Chromoxyd roth. Die Rubinkrystalle sind tafelförmig nach der Basis; am Rande tritt {10 $\bar{1}$ 1} auf.

	Gemessen:	Berechnet:
(40 $\bar{1}$ 1): (01 $\bar{1}$ 1) =	93° 54'	93° 56'
(40 $\bar{1}$ 1): (0001)	122 24 30"	122 25 52"

Zwillingsbildungen nach (40 $\bar{1}$ 0).

Der Pleochroismus ist auf Bruchflächen parallel der Axe *c* sehr deutlich: *o* rothviolett, *e* gelblichroth. Bezüglich der Absorption in Richtung der optischen Axe zeigt sich bei der Untersuchung mit dem Spectroskop ein im Orange kräftig beginnender, über Gelb sich erstreckender und im Grün auslaufender Absorptionsstreifen und weiterhin ein deutliches, vom Ausgange des Blau sich allmählich verstärkendes und bis zu den Grenzen des sichtbaren Violett anhaltendes Absorptionsfeld.

Ein etwas lichter gefärbter natürlicher Rubin von »Pegu«, Hinterindien, zeigt dieselben, etwas abgeschwächten Absorptionerscheinungen.

Beim Erhitzen zeigt nun sowohl der künstliche wie der natürliche Rubin gleichartige Farbenveränderungen, derart, dass beim Erhitzen der Krystall erst grünlich, dann farblos oder fast farblos durchsichtig wird, während beim Abkühlen der umgekehrte Weg durchlaufen wird.

Künstliche Chromverbindungen wurden auf etwaige ähnliche Erscheinungen hin untersucht. Sowohl CrO_4K_2 wie Krystalle der Chromsäure färben sich durch Temperaturerhöhung dunkler. Entsprechend verhält sich natürliches Rothbleierz, wie Wulfenit und Vanadinit von Yuma Co., Arizona.

Ref.: Erich Kaiser.

23. F. Zambonini (in Rom): Ueber zwei flächenreiche Epidotkrystalle vom Künzlbach (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 1, 181—185).

Krystall I zeigt die schon bekannten Flächen $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{012\}$, $\{101\}$, $\{301\}$, $\{13.0.5\}$, $\{101\}$, $\{302\}$, $\{103\}$, $\{11.0.7\}$, $\{201\}$, $\{22.0.9\}$, $\{304\}$, $\{7.0.15\}$, $\{904\}$, $\{112\}$, $\{111\}$, $\{221\}$, $\{211\}$, $\{213\}$, wie die Flächen $\{905\}$, $\{552\}$, $\{212\}$, die neu für die Localität sind, und $\{302\}$, $\{16.0.15\}$, die neu für den Epidot sind.

Wichtig ist der ganz unsymmetrische Habitus des Krystalles. $\{001\}$ ist stark, $\{00\bar{1}\}$ gering entwickelt; $\{101\}$ ist sehr klein, $\{10\bar{1}\}$ ist die am grössten ausgebildete Fläche; $\{100\}$ ist viel kleiner als $\{100\}$; sehr schmal ist $\{20\bar{1}\}$, dagegen $\{201\}$ grösser. Die neuen Flächen sind durch folgende Winkel belegt:

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(302)$	$= 41^0 44'$	$41^0 44' 20''$
$:(16.0.15)$	66 37	66 34
$(100):(16.0.15)$	48 55	48 50

Krystall II zeigt die Flächen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{201\}$, $\{305\}$, $\{13.0.5\}$, $\{304\}$, $\{102\}$, $\{203\}$, $\{101\}$, $\{706\}$, $\{11.0.7\}$, $\{201\}$, $\{011\}$, $\{012\}$, $\{112\}$, $\{111\}$, $\{221\}$, $\{552\}$, $\{211\}$, $\{311\}$, $\{212\}$, welche schon bekannt sind, ferner noch die neuen Flächen $\{302\}$ (wie oben), $\{203\}$, $\{13.0.11\}$, $\{052\}$, $\{13.6.6\}$, $\{11.6.5\}$.

Vorherrschend ist an diesem Krystalle $\{100\}$; auch die Basis ist breit; $\{010\}$ ist sehr schmal. Unter den negativen Hemidomen ist $\{301\}$ am besten entwickelt, $\{101\}$ am kleinsten. $\{052\}$ ist sehr schmal, aber sehr glänzend. $\{552\}$ ist sehr klein, mit blossen Auge fast unsichtbar.

Für die neuen Formen wurden folgende Winkel gemessen:

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(203)$	$= 27^0 30'$	$27^0 24' 30''$
$:(13.0.11)$	37 36	37 41
$:(302)$	41 47	41 44 20
$:(052)$	76 17 30"	76 13 20
$(010):(052)$	13 40	13 46 40
$(110):(11.6.5)$	21 8	21 1 30
$(010):(11.6.5)$	49 10 30	49 15
$(001):(11.6.5)$	91 25	91 29 30
$(100):(13.6.6)$	42 25	42 20 30
$(001):(13.6.6)$	91 13	91 16 30
$(211):(13.6.6)$	2 42	2 47 40

Eine Tabelle giebt die gemessenen Winkel und die aus den Kokscharowschen Constanten

$$a : b : c = 4,5807 : 1 : 4,8057; \beta = 64^{\circ} 36'$$

berechneten.

Aus den gemessenen Winkeln

$$\begin{array}{l} (110) : (1\bar{1}0) = 69^{\circ} 58' 30'' \\ (001) : (100) \quad 64 \quad 35 \quad 15 \\ (001) : (10\bar{1}) \quad 116 \quad 16 \quad 45 \end{array}$$

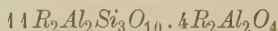
folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 4,58187 : 1 : 4,80758; \beta = 64^{\circ} 35' 15''.$$

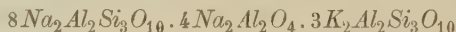
Ref.: Erich Kaiser.

24. St. J. Thugutt (in Sieradzice bei Proszowice, Russ.-Polen): **Ueber den Zeagonit, als neues Zersetzungsproduct des Nephelins** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 2, 65--79).

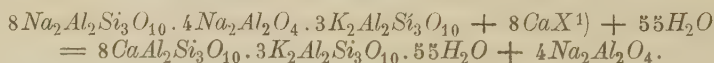
Verf. hat schon früher (s. diese Zeitschr. 28, 620) gezeigt, dass die empirische Formel des Nephelin $K_2Na_8Al_{10}Si_{11}O_{42}$ sich durch die Constitution



ausdrücken lasse. Es musste damals noch unentschieden bleiben, ob das Kalium des Nephelins in dessen Natrolithbestandtheile oder in dessen Aluminat vorhanden sei. Dass nun aber die Constitutionsformel



zutreffend ist, zeigt Verf. an der Umwandlung des Nephelin in Zeagonit unter Einwirkung von Kalksalzen und Wasser nach der Gleichung



Dabei zeigt sich, dass das Radical $K_2Al_2Si_3O_{10}$ intact bleibt, und damit ist die Stellung des Kaliums erwiesen.

Unberücksichtigt ist in dieser Constitutionsformel das in fast allen Analysen in geringer Menge angegebene Eisen, wahrscheinlich der Form $Na_2Fe_2O_4$.

Bei der Verwitterung des Nephelin geht das Radical $Na_2Al_2Si_3O_{10}$ unter Wasseraufnahme in Natrolith $H_4Na_2Al_2Si_3O_{12}$ über; das Radical $Na_2Al_2O_4$ zerfällt unter dem Einflusse von H_2O und CO_2 in Diaspor $H_2Al_2O_4$ bzw. Hydrargillit $H_6Al_2O_6$ und in CO_3Na_2 ; dagegen entsteht bei gleichzeitiger Einwirkung von Magnesia- und Eisenoxydulsalzen der Spinell; aus dem Radical $Na_2Fe_2O_4$ wird unter denselben Bedingungen Hämatit bzw. Limonit gebildet.

Ein neues Verwitterungsproduct ist der Zeagonit (Abrazit, Gismondin, Aricit), der im Allgemeinen in Form von tetragonalen, zu Gruppen vereinigten, selten gut ausgebildeten, Blasenräume und Höhlungen der Basaltgesteine ausfüllenden Pyramiden angetroffen wurde. In dem Nephelinit des Löbauer Berges tritt er gemeinsam mit Hydrargillit, Diaspor und Limonit als Pseudomorphose nach Nephelin auf.

Zur Isolirung des Zeagonit in letzterem Gesteine wurde das Pulver mit Thoulet'scher Lösung einer mechanischen Analyse unterworfen. Zuerst senkte

1) $X = (OH)_2$, oder Cl_2 , CO_3 u. dergl.

sich Augit zu Boden (I), bei weiterer Verdünnung Nephelin mit reichlicher Beimengung von Augit (II), darauf Nephelin mit kleiner Menge Zeagonit (III), darauf mit immer grösserer (IV—VII), bis schliesslich (VIII) fast reiner Zeagonit gefällt wurde.

Aus II wurde mit einem starken Elektromagneten der Augit ausgezogen, mit Thoulet'scher Lösung Apatit abgetrennt, der Rest analysirt; Analyse 1: Nephelin, der jedoch weder ganz frisch, noch rein ist.

VIII ergab die Zusammensetzung (2) des Zeagonit.

VII ergab die Mischung (3) des Zeagonit mit Nephelin.

VI ergab die Mischung (4) des Zeagonit mit Nephelin.

Die Angaben unter 1a entsprechen der obigen Formel des Nephelin:

	1.	1 a.	2.	3.	4.
H_2O	1,59	—	16,56	15,20	13,82
SiO_2	42,69	43,65	40,53	38,67	38,01
Al_2O_3	} 33,54	{ 33,73	19,03	} 27,70	27,92
Fe_2O_3					
CaO	2,50	—	6,25	6,15	4,60
MgO	0,10	—	0,25	0,40	0,35
K_2O	4,49	6,22	6,42	5,04	4,60
Na_2O	14,24	16,40	0,95	3,60	5,57
Rückst. in HCl	1,10	—	2,11	4,18	5,55
	100,22	100,00	99,07	100,94	100,42

Da sich herausstellte, dass die Thoulet'sche Lösung nicht ohne Einwirkung auf den Zeagonit war, wurde ein anderer Theil mit verdünntem Methylenjodid isolirt (Analyse 5).

Der Rückstand ist höchst wahrscheinlich Diaspor, der abgezogen wurde (5a). Verhält sich im Zeagonit $(CaO + MgO + K_2O + Na_2O) : (Al_2O_3 + Fe_2O_3) = 1 : 1$, so lässt sich aus 5a der Ueberschuss an Fe_2O_3 berechnen = 3,79, entsprechend 4,43 Limonit. 5b giebt das Mittel zweier Zeagonitanalysen Kobell's. In 5 ist auch noch Nephelin vorhanden, den Verf. dadurch eliminirt, dass er sämtliches Na_2O als Nephelin der Zusammensetzung Analyse 1 berechnet zu 13,97%, wodurch er die in 5c enthaltenen Zahlen erhält. Nach Abzug dieser Summen erhält er die Zusammensetzung des reinen Zeagonit (5d); 5e entspricht der Formel



	5.	5a.	5b.	5c.	5d.	5e.
H_2O	16,80	17,49	17,66	0,22	20,38	20,53
SiO_2	38,97	40,57	42,72	6,02	42,34	41,06
Al_2O_3	} 26,03	27,10	25,77	4,73	{ 22,77	23,27
Fe_2O_3						
CaO	7,47	7,78	7,60	0,35	9,10	9,29
MgO	0,25	0,26	—	0,01	0,31	—
K_2O	4,60	4,79	6,28	0,63	5,10	5,85
Na_2O	1,93	2,01	Spur	2,01	—	—
Rückst. in HCl	3,01	—	—	—	—	—
	99,06	100,00	100,03	13,97	100,00	100,00

Somit wäre der Zeagonit zu betrachten als ein Kalkkalinatrolith. Die bei der Umwandlung des Nephelin im Zeagonit stattfindende Reaction besteht darin, dass erstens das Natrium des Radicals $NaAl_2Si_3O_{10}$ durch Calcium ersetzt wird,

zweitens Wasser aufgenommen und endlich die Radicale $Na_2Al_2O_4$ und $Na_2Fe_2O_4$ ausgeschieden werden.

Der aus winzigen, schlecht ausgebildeten, mit anderen Zersetzungsproducten des Nephelin (Diaspor, Limonit, Spinell (?)) gemengten Kryställchen gebildete Zeagonit zeigt bei gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation.

Zur mikrochemischen Untersuchung wird die von Lemberg zur Erkennung des Chabasit vorgeschlagene Methode benutzt (diese Zeitschr. **24**, 196). Der Nephelinitschliff wird bei Zimmertemperatur mit 30%iger NO_3Ag -Lösung übergossen, nach 30 Minuten abgespült und sodann mit concentrirter wässriger CrO_4K_2 -Lösung behandelt. Der Zeagonit färbt sich roth. Es lässt sich die allmähliche Umwandlung des Nephelin zu Zeagonit dadurch nachweisen.

Der Zeagonit von Kobell ist ein Gemenge von Zeagonit und Hydrargillit; der Zeagonit von Marignac ist ein mit Hydrargillit verunreinigter Zeagonit, in welchem auch ein Theil Kali des Radicals $K_2Al_2Si_3O_{10}$ durch Kalk ersetzt ist.

Ref.: Erich Kaiser.

25. K. Ohm (in Münster i. Westf.): Ueber das Weissbleierz von der Grube Perm bei Ibbenbüren und einige andere Weissbleierzvorkommen Westfalens (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, Beilageband **13**, 1—38. Inaug.-Diss.).

Das untersuchte Material stammt aus dem mineralogischen Museum in Münster, wie aus der Sammlung des naturhistorischen Vereins in Bonn.

Untersucht wurden Krystalle von den Fundpunkten: 1. Grube Perm bei Ibbenbüren, 2. Grube Fund bei Ramsbeck, 3. Grube Churfürst Ernst bei Bönkhausen, 4. Grube Grosser Churfürst bei Altendorf, 5. Grube Juno bei Wiggeringhausen, 6. Grube Grüne Hoffnung bei Burbach, 7. Grube Glanzenberg bei Silberg, 8. Grube Brüche bei Müsen, 9. Grube Jungermann bei Müsen, 10. Grube Friederike bei Siegen, 11. Grube Victoria bei Siegen, 12. Grube Alter Grünberg bei Siegen.

Beobachtet wurden die Formen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{012\}$, $\{011\}$, $\{021\}$, $\{031\}$, $\{041\}$, $\{102\}$, $\{111\}$, $\{112\}$, $\{211\}$. Die Krystalle sind fast alle tafelförmig nach $\{010\}$; nur vereinzelt kommen solche vor, die einen prismatischen Habitus zeigen. An einzelnen Krystallen, namentlich an den einzelnen Individuen von Zwillingbildungen, fanden sich die Flächen an beiden Enden der Axen ungleichmässig ausgebildet. Die Aetzfiguren deuten aber in keiner Weise auf Hemimorphismus hin.

Einfache Individuen finden sich nur selten. Es kommen meist Zwilling- und Drillingsverwachsungen nach $\{110\}$ und zwar sowohl Berührungs-, wie Durchwachsungszwillinge vor. Durchwachsungen dreier Individuen nach $\{110\}$ zeigen einen Habitus, der die Form von hexagonalen Pyramiden nachahmt, ähnlich den von P. Groth (Min.-Samml. Strassburg, S. 135) beschriebenen Krystallen desselben Fundortes. Platten parallel der Basis zeigten nun diese Verwachsung deutlicher. Es ergab sich, dass den einzelnen Individuen Lamellen eines der anderen Individuen eingeschaltet sind. Aus der Bestimmung der optischen Axenebenen folgt, dass auf den Flächen der anscheinend hexagonalen Pyramiden jedesmal eine Fläche von $\{021\}$ des einen Individuums mit einer Fläche von $\{111\}$ des anderen Individuums zusammenstösst, einen Winkel von $30^\circ 25'$ längs einer unregelmässig verlaufenden Bruchlinie bildend. An den Randkanten tritt dort, wo die Flächen von $\{021\}$ aneinanderstossen, noch $\{010\}$, und dort, wo die Flächen von $\{111\}$ aneinander-

stossen, noch $\{110\}$ in sehr schmalen Flächen auf. Die beiden Flächen bilden einen Winkel von ungefähr $40^{\circ} 8'$. Diese Erklärung der Zwillingungsverwachsung steht im Gegensatz zu der Kokscharow'schen Darstellung.

Die Flächen dieser Zwillingskrystalle liefern keine deutlichen Signale. Die Messungen sind daher nur approximativ.

	Grenzwerte:	Zahl d. Mess.:	Berechnet:
$(111):(110) = 35^{\circ} 38' - 44'$		6	$35^{\circ} 45'$
$(111):(021) 46^{\circ} 55' - 47^{\circ} 12'$		12	$47^{\circ} 10'$
$(111):(111) 71^{\circ} 24' - 36'$		10	$71^{\circ} 30'$
$(021):(021) 69^{\circ} 20' - 29'$		10	$69^{\circ} 18' 16''$
$(111):(021) 3^{\circ} 18' - 28'$		12	$3^{\circ} 33' 15''$

Als mittleres Axenverhältniss ergibt sich aus den verschiedenen Berechnungen

$$a : b : c = 0,60998 : 1 : 0,72344.$$

Die Untersuchungen der optischen Eigenschaften wurde auf Krystalle der Fundorte 1, 5, 6 beschränkt. Die Resultate der optischen Untersuchung für die Linien B , D , E des Spectrums sind in folgender Tabelle zusammengefasst.

	B	D	E
α	2,06089	2,07826	2,09223
β	2,05495	2,07252	2,08791
γ	1,79311	1,80326	1,81619
$2V$	$80^{\circ} 30' 9''$	$80^{\circ} 49' 48''$	$70^{\circ} 44' 21''$
$2E$ (Messung)	17 39 5	17 49 40	16 15 2
$2E$ (Berechnung)	17 36 46	17 46 16	16 10 30

Die von Des Cloizeaux bereits angegebene Aenderung des Winkels der optischen Axen konnte ebenfalls festgestellt werden. Die Messungen ergaben an dem Weissbleierz von der Grube Pern bei Ibbenbüren (I), von der Grube Juno bei Wiggeringhausen (II) und von der Grube Grüne Hoffnung bei Burbach (III):

Temperatur:	I.	II.	III.
100°	$2E = 20^{\circ} 13'$	$19^{\circ} 55'$	$20^{\circ} 5'$
150	22 24	22 15	21 18
200	23 36	23 30	22 45
250	25 6	24 55	23 54
300	25 35	25 30	24 52

Ref.: Erich Kaiser.

26. F. Loewinson-Lessing (in Dorpat): Zur Frage über die Krystallisationsfolge im Magma (Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 288—290).

Verf. schliesst hier an Versuche von Joly (s. diese Zeitschr. 36, 87) an, wonach Silicate, die weniger Kieselsäure enthalten, deshalb bei höherer Temperatur als die mit höherem Kieselsäuregehalte auskrystallisiren, weil die Kieselsäure bei höheren Temperaturen in einem viscosen Zustande verbleibt, als Kalk, Magnesia und Thonerde. Dazu nimmt Joly an, dass die Viscositätseigenschaften dieser Verbindungen in dem Silicatmolekül additiv sind, da die Silicate als Legirungen aufzufassen seien.

Beide Annahmen sind nach dem Verf. nicht begründet, namentlich da die Ausscheidungsfolge aus dem Magma durchaus nicht immer der Joly'schen Annahme

entspricht. Es tritt in der Mehrzahl der Fälle gerade die entgegengesetzte Ausscheidungsfolge ein. Die Joly'sche Theorie sollte die »allgemeine Regel«, die von Rosenbusch aufgestellte Ausscheidungsfolge nach abnehmender Basicität, erklären, während der entgegengesetzte Fall und die gleichzeitige Ausscheidung zweier Bestandtheile als »Ausnahmen« aufgefasst werden müssten. Dem gegenüber betont Verf. die Gleichberechtigung der verschiedenen Fälle und dass die Ausscheidungsfolge der Silicate eine sehr viel complicirtere Erscheinung sei.

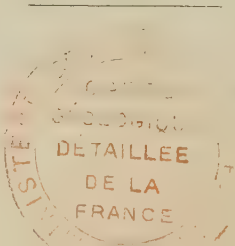
Als Beispiel wird die Ausscheidung von Chromeisenstein in manchen Peridotiten betrachtet, in denen er zu den frühesten Ausscheidungen gehört (vergl. hierzu die Referate über die Arbeiten von Vogt und Ryba, diese Zeitschr. **36**, 445, 447), während andererseits in den Magnetit-spinelliten die Pyroxene vor dem Magnetit und Titanomagnetit auskrystallisiren. »Es kann also der Erzbestandtheil eines Eruptivgesteins vor oder nach dem Silicatbestandtheile auskrystallisiren.« Das komme daher, dass als jeweiliges Lösungsmittel im Magma derjenige oder diejenigen Bestandtheile aufzufassen sind, die im gegebenen Augenblicke in grösserer Menge im Magma vorhanden seien. Es könne dabei Gelöstes und Lösungsmittel die Rolle miteinander tauschen — »so können Erze vor oder nach den Silicaten aus reinem Magma auskrystallisiren; die Reihenfolge wird in jedem Einzelfalle durch die relativen Mengen der Bestandtheile bedingt«. Verf. verweist auf ähnliche Beziehungen, die er in Bezug auf Feldspäthe und Pyroxene in Diabasen, Gabbro und Augitporphyriten beobachtete. Er glaubt, dass in den angegebenen Beziehungen einer der Factoren zu finden sei, der die Ausscheidungsfolge der Mineralien regelt. Auf jeden Fall sei sie complicirter, als Joly annehme. [Dem gegenüber führt nun Vogt aus (Ref. diese Zeitschr. **36**, 446) dass die Beziehung zwischen der Lösung und dem Lösungsmittel damit noch nicht geklärt sei. Denn während z. B. in vielen Titan-Eisenerz-oliviniten, -Diallagiten u. s. w. das Silicat früher als das Eisenerz krystallisirt, ist dagegen in etwas Olivin führenden Chromit- und Chromit-oliviniten von Ramberg auf Hestnandö der Chromit früher als der Olivin ausgeschieden, also umgekehrt wie es Loewinson-Lessing fordert.]

Ref.: Erich Kaiser.

27. M. Bauer (in Marburg i. Hessen): **Fuchsit als Material zu prähistorischen Artefacten aus Guatemala** (Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 291—292).

Unter von E. Dieseldorff gesammelten Artefacten aus Guatemala befinden sich zahlreiche aus Jadeit, Chloromelanit und Fuchsit (Chromglimmer) hergestellte. Letztere sind mehr oder weniger intensiv grün, zum Theil ziemlich blass, zum Theil aber auch noch erheblich tiefer smaragdgrün gefärbt als Jadeit. Im Fuchsit treten häufig lebhaft perlmutterglänzende Muscovitschüppchen auf. Spec. Gew. = 2,883; Härte sehr nahe = 2. Unter dem Mikroskope wurden die wesentlichen Eigenschaften, und zwar die des Muscovit, beobachtet. Chromglimmer war bisher nicht in Form von Artefacten aus prähistorischen Zeiten gefunden worden.

Ref.: Erich Kaiser.



XXIII. Ueber Epidotkrystalle von Alaska.

Von

Ch. Palache in Cambridge, Mass.

(Hierzu Taf. XIII.)

Die folgende Beschreibung von Epidotkrystallen gründet sich auf Material, welches an das mineralog. Laboratorium der Harvard-Universität von Herrn W. C. Hart in Manitou, Colorado, zum krystallographischem Studium geschickt wurde; diesem Herrn drücken wir unseren Dank aus für das reiche und vortreffliche Material, welches er uns zur Verfügung stellte.

Herrn Hart zufolge liegt der Fundort des Epidots bei Sulzer, Prince of Wales Island, Alaska, unfern des Ketchikan Post Office, in der Nähe einer Kupfererzlagerstätte, und das Mineral wird begleitet von Granat, Albit, Magnetit und Quarz. Die Hauptformation der Gegend ist Kalkstein, durchschnitten von zahlreichen intrusiven Gängen; daher wird wahrscheinlich der Epidot als ein Contactgebilde zu betrachten sein, ebenso wie das ebenfalls an Kupfererze gebundene Vorkommen von Epidot von Seven Devils Mts. im Staate Idaho¹⁾.

Für die krystallographische Untersuchung benutzt wurden verschiedene lose Krystalle und eine herrliche Stufe von fast riesigen, auf derbem Epidot aufgewachsenen Krystallen. Das Mineral wird begleitet von kleinen wasserhellen Krystallen von Quarz, deren Bildung auf die des Epidots folgte.

Der Epidot hat eine dunkelgrüne bis grünschwarze Farbe und ist bei ausreichender Dünne ölgrün und durchscheinend. Die grossen Krystalle stellen beinahe quadratische Tafeln dar, deren Seiten eine Länge bis 5,5 cm erreichen und welche eine Dicke von 3 cm besitzen. Bei den kleineren Krystallen wird die Tafelform weniger hervortretend und öfters besitzen sie die gewöhnliche Ausbildung prismatisch parallel \bar{b} . Häufig sind sie an beiden Enden ausgebildet. Bei der grossen Stufe (s. oben) sitzen ungefähr

1) Amer. Journ. Science 1899, 8, 299. Diese Zeitschr. 34, 140.



zwanzig tafelartige Krystalle auf einem Areal von 15×20 cm; einige haben 3 cm Kantenlänge und sind so vermittelt einer Kante aufgewachsen, dass sie ein für Epidot ganz fremdes Aussehen darbieten. Die Krystalle zeigen häufig Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetz, Zwillingsene des Orthopinakoid.

Messungen an zahlreichen Krystallen ausgeführt zeigten sechsundzwanzig Krystallformen, deren Verzeichniss folgt. Bei den kleineren Krystallen wurden die Messungen an dem zweikreisigen Goniometer ausgeführt; für die grossen wurden Contactmessungen angewendet, deren Resultate, in Verbindung mit den Zonenverhältnissen, genügend sichere Bestimmungen gestatteten. Zwei für Epidot neue Formen sind mit einem * bezeichnet.

$c\{001\}$, $b\{010\}$, $a\{100\}$, $u\{210\}$, $\alpha\{110\}$, $o\{011\}$, $e\{101\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $N\{\bar{3}04\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $l\{\bar{2}04\}$, $n\{\bar{1}11\}$, $\alpha\{\bar{2}42\}$, $F\{\bar{4}54\}$, $Z\{\bar{2}32\}$, $\Phi\{\bar{3}53\}$, $\varphi\{\bar{1}21\}$, $\delta\{\bar{1}41\}$, $E\{\bar{1}54\}$, $q\{\bar{2}21\}$, $O\{\bar{5}44\}$ *, $j\{\bar{7}55\}$ *, $X\{\bar{3}22\}$, $y\{\bar{2}11\}$, $R\{\bar{4}11\}$, $\Psi\{\bar{4}13\}$.

Von diesen Formen sind c , a , b , u , r und n fast immer vorhanden und bestimmen die Ausbildungsweise der Krystalle. Man findet auch α , e , o und q an manchen Krystallen; die übrigen Formen sind selten und von geringerem Einflusse auf die Ausbildung. Folgende sind die Kennzeichen der einzelnen Formen:

$c\{001\}$ immer vorhanden, glänzend, ohne Streifung, öfters ziemlich gross.

$b\{010\}$ immer vorhanden, aber matt und gestreift parallel der Durchschnitnskante mit n ; Flächen gewöhnlich schmal.

$a\{100\}$ immer vorhanden, überhaupt die grösste Fläche an den tafelartigen Krystallen, glänzend, aber oft schwach gestreift in horizontaler Richtung.

$u\{210\}$ immer vorhanden, gewöhnlich mit grossen glänzenden Flächen.

$\alpha\{110\}$ gewöhnlich ganz hinter u zurückstehend, aber häufig als schmale Fläche, immer matt und drusig.

$o\{011\}$ glänzende Fläche, gewöhnlich klein.

$e\{101\}$, $i\{\bar{1}02\}$, $N\{\bar{3}04\}$, $l\{\bar{2}04\}$ sind seltenere Formen in der Orthodomenzone, gewöhnlich schmal, aber glänzend und ungestreift. Diese Zone zeigt wenige Formen, welche sich zum Unterschiede von gewöhnlichen Epidotkrystallen durch Mangel an Streifung auszeichnen.

$r\{\bar{1}04\}$ immer vorhanden, breit, gewöhnlich schwach gestreift und nicht so vollkommen glänzend wie c , mit welcher Fläche man es sonst leicht verwechseln kann.

$n\{\bar{1}11\}$ immer vorhanden, oft gross, glänzend.

$\alpha\{\bar{2}42\}$ vorhanden an einem einzigen Krystalle als ziemlich grosse, glänzende Fläche (Fig. 7, Taf. XIII).

$F\{454\}$, $Z\{232\}$, $\Phi\{353\}$, $\varphi\{121\}$, $\delta\{141\}$ und $E\{154\}$ sind Hemipyramiden der Zone $[111 : 010]$. Unbedeutende Formen, aber mehrere oft zusammen vorkommend, wie deutlich aus den Figuren Taf. XIII zu ersehen ist. F ist eine seltene Form bei Epidot, bis jetzt nur am Epidot von Persberg, Schweden, von Flink¹⁾ bestimmt und zwar nur durch eine einzige glänzende in zwei Zonen liegende Fläche ohne Angabe von Winkeln.

Hier kam diese Form vor an zwei Krystallen mit je einer Fläche und wurde durch folgende Messungen bestimmt:

Reflex:	Gemessen:		Berechnet:	
	φ	ϱ	φ	ϱ
$\{454\}$ mittelm.	$160^{\circ}40'$	$67^{\circ}21'$	$160^{\circ}43'$	$67^{\circ}18'$ (010 als Pol)
-	128 1	29 38	128 48	29 27 (Normalstell.)

Φ und δ wurden nur durch Contactmessung bestimmt; Z und φ durch Contactmessungen und Zonenverhältnisse.

$q\{221\}$ öfters vorhanden, zuweilen gross, immer matt.

$O\{544\}$, $j\{755\}$, $X\{322\}$, $y\{211\}$ und $R\{411\}$ sind Hemipyramiden der Zone $[111 : 100]$. Von diesen ist nur y häufig; O und j sind neu für Epidot, und X und R sind selten.

O wurde bestimmt an drei Krystallen (davon zwei Zwillinge) mit sechs Flächen wie folgt:

		Gemessen:		Qualität:	Berechnet: (010 als Pol)	
		φ	ϱ		φ	ϱ
Krystall Nr. 4	—	$42^{\circ}4'$	$38^{\circ}30'$	schlecht	—	$42^{\circ}7'$ $39^{\circ}33'$
-	- 5	42 57	39 44	mittelm.	42 7	39 33
		137 6	38 58	mittelm.	137 53	39 33
-	- 6	— 42 43	39 20	gut	— 42 7	39 33
		— 137 37	39 49	gut	— 137 53	39 33
		136 48	39 48	mittelm.	137 53	39 33
Mitt. $\varphi' = \pm \varphi$	—	42 37	39 6		— 42 7	39 33
oder $180^{\circ} - \varphi$	—					

Die Uebereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln ist nur mässig, aber die Formen scheinen festgestellt.

j wurde gemessen an zwei Zwillingen mit drei Flächen wie folgt:

$\{755\}$	Reflex:	Gemessen:		Berechnet (010 als Pol):	
		φ	ϱ	φ	ϱ
	mittelm.	$37^{\circ}44'$	$42^{\circ}17'$	$37^{\circ}40'$	$42^{\circ}14'$
	schlecht	442 7	44 42	442 20	42 44
	schlecht	443 46	42 42	442 20	42 44
Durchschnitt $\varphi = (180 - \varphi)$		37 26	42 44	37 40	42 44

1) Bihang t. K. Svet. Vet.-Akad. H. Stockholm 1886, 12, No. 2. Ref. diese Zeitschrift 13, 404.

Die Uebereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln ist hier ziemlich gut und die Form scheint gesichert.

$X\{322\}$ wurde bisher nur einmal beobachtet an Epidot von Elba von Artini¹⁾, der eine einzige glänzende Fläche gemessen hat.

Wir fanden die Form mit messbaren Flächen nur an einem Krystalle, doch als matte Fläche wurde sie öfters beobachtet in der Zone $[\bar{2}24, \bar{4}04]$.

$\{322\}$	Gemessen:		Berechnet: (040 als Pol)	
	φ	ϱ	φ	ϱ
	142° 0'	66° 8'	144° 47'	66° 29'

$y\{\bar{2}11\}$ und $R\{\bar{4}11\}$ waren die häufigsten Formen der Serie und wurden gut bestimmt durch Messung an verschiedenen Krystallen. Durch oscillatorische Combination beider wurde oft eine Scheinfläche (s. Fig. 5 und 6, Taf. XIII) an der Kante zwischen r und u in der Position der Flächen von $\{311\}$ hervorgerufen.

$\Psi\{\bar{4}13\}$ vorhanden nur an einem Krystalle (s. Fig. 7, Taf. XIII) als kleine Fläche.

Mehrere der oben angedeuteten Formen fehlen in den Winkeltabellen von Goldschmidt, und sind daher hier die verschiedenen Werthe zusammengestellt, einschliesslich zweier Formen, für welche gewisse Werthe in jenen Tabellen unrichtig gegeben sind.

Nr.	Buchst.	Symb.	φ	ϱ	ξ_0	η_0	ξ	η	x'	y'	d'
54 ²⁾	Φ	$\{353\}$	—	—	—	—	—	67° 34'	—	—	—
79 ³⁾	Ψ	$\{\bar{4}13\}$	63° 34'	53° 34'	50° 27'	31° 2'	46° 4'	20 58	1,2113	0,6019	1,3525
83	F	$\{\bar{4}54\}$	49 47	67 48	38 48	66 6	47 44	60 33	0,7897	2,2570	2,3944
84	O	$\{\bar{5}44\}$	34 29	64 43	47 53	64 4	28 44	50 27	1,4060	1,8057	2,4176
85	j	$\{755\}$	35 39	65 46	52 20	64 4	32 7	47 49	1,2955	1,8057	2,2224
86	X	$\{\bar{3}22\}$	38 43	66 29	54 53	61 4	34 34	46 5	1,4220	1,8057	2,2983

Die Figuren Taf. XIII zeigen den sehr variablen Habitus der Krystalle.

Fig. 4 stellt den häufigsten Typus dar, einen tafelförmigen Zwillingsskrystall, dessen zwei Individuen ganz symmetrisch sind zur Zwillingsebene und so verwachsen, dass sie keine einspringenden Winkel zeigen.

Fig. 2 und 2a sind orthographische Projectionen desselben Krystalles auf (100) resp. (010). Sie stellen den grössten der Krystalle in natürlicher Grösse dar, und Fig. 2a zeigt auch den unregelmässigen Verlauf der Zwillingsebene; in diesem Falle fand eine Art Durchkreuzung statt.

Die übrigen Figuren sind orthographische Projectionen auf das Klinopinakoid.

Fig. 3 stellt einen anderen tafelförmigen Krystall dar, welcher zum

1) Mem. Accad. Lincei 1887, 4, 380. Ref. diese Zeitschr. 14, 586.

2) Correction, Winkeltabellen, S. 430, Z. 32 v. o., Col. 40.

3) Correction, Winkeltabellen, S. 434, Z. 42 v. o. ganze Zeile.

grössten Theile ein einziges Individuum ist. Selten sind solche tafelförmige Krystalle nicht verzwillingt.

Fig. 4 und 5 stellen zwei sehr symmetrische Krystalle dar, beide prismatisch parallel der Axe \bar{b} und an beiden Enden ausgebildet. Sie zeigen viele der selteneren Formen und den einspringenden Winkel zwischen zwei n -Flächen, welcher bei diesen Krystallen nicht häufig vorkommt.

In Fig. 6 ist der Typus des einfachen Krystalles, prismatisch parallel der Axe \bar{b} , wie er gewöhnlich bei Epidot vorkommt, wiedergegeben. Viele der kleineren Krystalle zeigen diesen Habitus mit verschiedener Ausbildung der Hauptendflächen u und n .

Fig. 7 stellt einen kleinen Krystall mit prismatischem Habitus, aber in der Ausbildung seiner terminalen Flächen ganz verschieden von allen anderen, dar.

Zum Schlusse mag bemerkt werden, dass dieser Epidot von Alaska mit den herrlichsten Vorkommnissen von krystallisirten Mineralien in Amerika in Bezug auf Grösse, Schönheit und Flächenreichtum vergleichbar ist und nur hinter dem Epidot von der Knappenwand in Salzburg zurücksteht.

Nachtrag zu dem folgenden Aufsatze über Apatit von Maine.

Nachdem der folgende Aufsatz in den Druck gegeben war, gelangten die Verff. in den Besitz einer Anzahl Apatitkrystalle desselben Fundortes, welche in einer anderen Druse des gleichen Pegmatitganges gefunden worden waren und ein ganz anderes Aussehen besaßen.

Die meisten waren auf schneeweissem Albit aufgewachsen, blassviolett oder blassgrün gefärbt, von prismatischem Habitus und zeigten nur die Formen $m\{10\bar{1}0\}$, $r\{10\bar{1}2\}$ und $c\{0001\}$.

Einige zu einer kleinen Gruppe vereinigte Krystalle wurden nur von der Bipyramide $r\{10\bar{1}2\}$ gebildet, manchmal mit kleinen Flächen von $c\{0001\}$.

Ein einziger, blassvioletter Krystall zeigte eine äusserst symmetrische Combination folgender Formen: $x\{10\bar{1}1\}$, $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $a\{11\bar{2}0\}$, $r\{10\bar{1}2\}$, $y\{20\bar{2}1\}$, $s\{11\bar{2}1\}$, $\mu\{21\bar{3}1\}$, $n\{31\bar{4}1\}$, $o\{31\bar{4}2\}$. Der Krystall besitzt pyramidalen Habitus durch Vorherrschen von x und ist ganz frei von Streifung. Er zeigt keine Spur der negativen Bipyramiden dritter Art, welche so charakteristisch für die amethystfarbenen, im nächsten Aufsatze beschriebenen Krystalle sind.

XXIV. Ueber Apatit von Minot¹⁾, Maine.

Von

J. E. Wolff und Ch. Palache in Cambridge, Mass.

(Hierzu Taf. XIV, Fig. 1—4.)

Im Sommer 1901 wurde bei Gelegenheit der Aufsuchung von Turmalin oder anderen Edelsteinen auf dem Gute des Herrn P. P. Pulsifer in Minot, Maine, eine Hohlraum im Granit blossgelegt, dessen Inhalt das hier beschriebene Material darstellt.

Wir bekamen Kunde von diesem Funde durch Herrn C. L. Whittle, früher Assistent im hiesigen Institute, und das ganze Material wurde nachher für das mineralogische Museum der Harvard-Universität erworben. Der Fund ist merkwürdig wegen der schönen Amethystfarbe der Krystalle und der Reinheit, Vollkommenheit der Krystallbildung und der Fülle des Materials; dasselbe umfasst ungefähr zweitausend lose Krystalle oder Bruchstücke von Krystallen, mit einem Gewichte von etwas über ein Kilogramm, auch ein Dutzend grössere Krystallgruppen auf dem Muttergesteine. Von den losen Krystallen zeigen dreihundert mindestens an einem Ende Terminalflächen, fünfhundert sind etwas unvollkommen, die übrigen mangelhaft oder Bruchstücke.

Paragenesis.

Der Apatit kam vor im Pegmatit in einem einzigen Hohlraume, dessen Wände überzogen waren mit Krystallen von Quarz, Orthoklas und Lepidolith, mit kleinen Mengen von Albit, Muscovit und Cookeit.

Die Grösse der Quarzkrystalle wechselt von klein bis zu einer Höhe und Dicke von 15 cm. Sie zeigen nur die gewöhnlichen Quarzformen und sind nur von Interesse, weil sie sehr deutlich zwei Wachstumsperioden zeigen. Im Bruche erscheint sowohl bei den grossen, wie den kleinen ein Kern von glasigem, hellem oder dunklem Rauchquarz, der umgeben ist von einer oberflächlichen Schicht von undurchsichtigem weissen Quarz, 1—3 mm dick, krystallographisch orientirt mit dem Rauchquarz, aber auf einigen, besonders den Rhomboëderflächen, zusammengesetzt aus einer Menge kleiner

¹⁾ Nach späteren Angaben soll der Fundort eigentlich im benachbarten Township Auburn liegen, aber sehr nahe der Grenze von Minot.

paralleler Krystalle, und dadurch erscheint die Oberfläche rauh. Ein Dünnschliff quer über die Grenze geschnitten zeigte im Mikroskope, dass die äussere, undurchsichtige Schicht krystallographisch continuirlich mit der inneren, doch mit einer scharfen Grenzlinie, verbunden ist; die äussere Schicht enthielt viel fluidale und unbekannte feste Einschlüsse und zeigte undeutlich einen Aufbau aus kleinen Fasern senkrecht zur Oberfläche. Die Erscheinung deutete eher auf eine zweite Generation von Quarz als auf Veränderung von älterem Quarz. Dieser Schluss wurde bestätigt durch das gelegentliche Vorkommen, zwischen beiden Schichten, einer kleinen Schicht, nicht über 1 mm dick, von Muscovitkrystallen oder von Muscovit und Cookeit übereinander. Die Apatitkrystalle sind oft tief im weissen Quarz eingelagert und scheinen zum Theil *pari passu* mit diesem Material gewachsen zu sein; aber nirgends scheint der Apatit den Rauchquarz zu durchdringen.

Der Lepidolith tritt zum Theil in verworrenen Aggregaten, zum Theil in ganz deutlichen hexagonalen Prismen mit etwas gerundeten Endflächen auf. Im Inneren haben diese Krystalle die charakteristische schwach Lilafarbe von Lepidolith, aber die Oberfläche ist überall bedeckt mit einer gleichförmigen, ungefähr 1 mm dicken Schicht von schwach grünweissem Muscovit. Die Spaltungen des Lepidolith und die des angrenzenden Muscovit sind ganz continuirlich, doch ist die Grenze scharf und eben; daher stellt der Muscovit nicht ein Zersetzungsproduct des Lepidoliths dar, sondern das Ergebniss eines späteren parallelen Wachsthumes von neuem und zwar isomorphem Material. Scharfbegrenzte Lepidolithkrystalle ohne Muscovitrand sind öfters im Rauchquarz eingewachsen, woraus auf die gleichzeitige Bildung beider zu schliessen ist.

Der Orthoklas, eine schwach rothe Varietät, und der Albit, wasserhell, in dünnen Tafeln mit Zwillingstreifung, sind wenig bemerkenswerth und gehören offenbar der Periode der Bildung des Rauchquarzes an.

Cookeit kommt auf einigen Stufen reichlich vor als Krusten oder Klumpen von Schuppen oder schuppigen Krystallen, von grünlichweisser Farbe. Während der Cookeit etwas ähnlich dem Muscovit erscheint, wird er durch seine dunklere Farbe, geringeren Perlmutterglanz und Reaction vor dem Löthrohre davon unterschieden. Er scheint in verschiedenen Perioden des Mineralwachsthums gebildet zu sein. Wie oben bemerkt, sieht man ihn gelegentlich in dünnen Schichten zwischen dem Muscovit und der äusseren Quarzschicht, häufiger aber bildet er eine unregelmässige Schicht auf den Lepidolith-Muscovitkrystallen, aber ohne Parallelismus mit diesen; selten findet sich der Cookeit in kleinen Mengen innerhalb der Apatitkrystalle oder darauf sitzend. In keinem Falle scheint er ein Zersetzungsproduct der vorher gebildeten Mineralien des Hohhraumes, welche ganz frisch und zersetzungsfrei erscheinen, zu sein.

Der Apatit sitzt auf dem Quarz und auf den Lepidolith-Muscovitkrystallen oder dem sie umhüllenden Cookeit. Wie oben gesagt, findet sich gelegentlich der Apatit eingelagert in der weissen Quarzschicht und lässt auf dieser nach dem Losbrechen scharfe Eindrücke zurück, so dass der Apatit seine Krystallform behalten hat trotz der Krystallisationskraft des Quarzes.

Zuletzt kommt eine dritte Generation von Quarz in winzigen Krystallen vor, begleitet von Cookeit und selten auf dem Apatit sitzend.

Um die Angaben über die Paragenesis kurz zu recapituliren, können wir folgende Reihe von Mineralbildungen feststellen.

Erstens: die Krystallisation des Rauchquarzes, des Lepidolith, Orthoklas und Albit, der normalen Gemengtheile des Granits, welche die Wände des Hohlraumes bilden.

Zweitens: die Krystallisation von Muscovit als Ueberzug auf einem Theile des Rauchquarzes und auf allen Lepidolithkrystallen.

Drittens: die Krystallisation von Cookeit zum Theil oder ganz als Ueberzug auf Muscovit.

Viertens: die gleichzeitige Krystallisation von Apatit und weissem Quarz, letzterer beschränkt auf die Fortwachsung von Rauchquarzkrystallen.

Fünftens: zweite Generation von Cookeit, begleitet von einer letzten Bildung von Quarz.

Krystallographisches (von C. Palache)¹⁾.

Die Apatitkrystalle haben gewöhnlich deutlich prismatischen Habitus und sind im Durchschnitt 1 cm hoch und 0,5 cm breit. Doch kommen wohl grössere Krystalle vor, im Maximum ungefähr 3 cm hoch und breit. Die noch kleineren Krystalle, welche ebenfalls häufig sind, nehmen einen etwas gerundeten Habitus an durch beinahe gleiche Ausbildung nach Prisma und Endflächen.

Die Krystalle waren gewöhnlich so mit der einen Endfläche aufgewachsen, dass die andere frei ausgebildet ist, und die Thatsache, dass mehr als dreihundert lose Krystalle mit vollständigen Endflächen und Prisma vorhanden waren, zeigt die Häufigkeit dieser Wachstumsart. Gelegentlich haftete auch der Krystall an dem Muttergestein mit dem Prisma, und dann kommen beide Endflächen zum Vorschein.

Folgende Formen wurden beobachtet (die Buchstaben sind die von Dana): $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $a\{11\bar{2}0\}$, $h\{21\bar{3}0\}$, $x\{30\bar{3}4\}$, $w\{70\bar{7}3\}$, $y\{20\bar{2}4\}$, $x\{10\bar{1}1\}$, $r\{10\bar{1}2\}$, $s\{11\bar{2}1\}$, $\mu\{21\bar{3}1\}$, $\mu_1\{31\bar{2}1\}$.

Vier Krystalle wurden auf dem zweikreisigen Goniometer genau gemessen und an allen dieselben Formen gefunden. Die Resultate der Messung der besser entwickelten Formen stimmen so gut miteinander überein, dass

1) S. auch den Nachtrag S. 437.

es der Mühe werth schien, das Axenverhältniss aus den besten Messungen zu berechnen; hierzu wurden die Formen y , x , r und s benutzt.

Folgende Tabelle zeigt den durchschnittlichen Winkel zur Basis von jeder dieser Formen, das berechnete Verhältniss für jeden Krystall und den Mittelwerth des Axenverhältnisses.

(0004) : (20 $\bar{2}$ 4)				Zahl der Fläch.: Diff. 1):				(0004) : (10 $\bar{7}$ 2)				Zahl der Fläch.: Diff. 1):			
Kryst. 1	59° 29'	5	3'					Kryst. 1	23° 0'	6	4'				
- 2	59 29 $\frac{2}{5}$	5	2					- 2	23 0	5	5				
- 3	59 30 $\frac{1}{3}$	6	3					- 3	23 0	3	0				
- 4	59 28 $\frac{1}{5}$	5	3					- 4	22 59 $\frac{3}{4}$	4	3				
(0004) : (10 $\bar{7}$ 1)								(0004) : (11 $\bar{2}$ 1)							
- 1	40° 18'	6	3					- 1	55° 45'	6	4				
- 2	40 19	5	5					- 2	55 46	6	3				
- 3	40 19	5	6					- 3	55 46	4	3				
- 4	40 18	5	2					- 4	55 45	6	4				
- 1, aus 23 Messungen,	$p_0 = 0,848307$														
- 2, - 21	-	-	$p_0 = 0,848739$												
- 3, - 18	-	-	$p_0 = 0,848753$												
- 4, - 20	-	-	$p_0 = 0,848448$												
Mittel von 82	-	-	$p_0 = 0,848476$ oder $a : c = 4 : 0,734800$												
Berechneter Winkel aus $p_0 = 0,848476$, (0004) : (20 $\bar{2}$ 4) = 59° 29' 22"															
												(0004) : (10 $\bar{7}$ 1)			
												40 18 50			
												(0004) : (10 $\bar{7}$ 2)			
												22 59 19			
												(0004) : (11 $\bar{2}$ 1)			
												55 45 59			

Man kann zwei Typen von Combinationen unter diesen Krystallen unterscheiden; die eine, in Fig. 4, Taf. XIV dargestellt, umfasst wesentlich das Prisma erster Ordnung mit Basis, die Kanten ersetzt durch schmale Flächen der Formen a , s , r , x und y . Krystalle von diesem Typus sind häufig und zeigen oft Flächen an beiden Enden. Sie gehen allmählich in den zweiten Typus über, welcher mehr charakteristisch für die Localität ist (Figg. 2 und 3). Hier treten die pyramidalen Flächen mehr hervor, und besonders auffallend ist das gleichzeitige Vorkommen der rechten und linken Pyramiden dritter Ordnung, dadurch den Anschein einer normalen dihexagonalen Pyramide hervorbringend.

Man kann die verschiedenen Formen folgendermassen charakterisiren:
 $c\{0004\}$ immer vorhanden, gewöhnlich gross, glänzend und eben.

$m\{10\bar{7}0\}$ immer vorhanden, gewöhnlich herrschend, glänzend und gewöhnlich eben, gelegentlich aber mit schwachen verticalen Streifen.

1) Diff. bedeutet den Unterschied in Minuten zwischen den grössten und kleinsten Ablesungen für Flächen je einer Form.

$a\{11\bar{2}0\}$ gewöhnlich vorhanden, aber schmal und matt, der tiefen Streifung wegen; diese Streifen sind vertical und begrenzt durch die angrenzenden m -Flächen. Zuweilen hören die Streifen plötzlich in der Mitte oder nahe an den Grenzen einer Fläche auf (s. Fig. 3) oder sie fehlen ganz, und dann ist die Fläche glänzend.

$h\{21\bar{3}0\}$ selten vorhanden und dann schmal, wie in Fig. 4 zu sehen. Oberfläche eben, ohne Streifung.

$r\{10\bar{1}2\}$, $x\{10\bar{1}1\}$ und $y\{20\bar{2}1\}$ alle fast immer vorhanden mit sämtlichen Flächen von wechselnder Grösse, oft ziemlich breit; Flächen immer glänzend und frei von Streifung.

$w\{70\bar{7}3\}$ nur einmal beobachtet als linienartige Fläche in der Zone zwischen y und m .

$z\{30\bar{3}1\}$ gewöhnlich nur als tiefgestreifte Fläche vorhanden, öfters sehr gross (s. Fig. 2 und 4), aber nicht spiegelnd und deswegen nur durch die Zonenverhältnisse zu μ und μ_1 bestimmt. Die Streifen sind begrenzt durch Flächen parallel den anliegenden Flächen von m und y . Schmale Flächen von z mit schwachen Reflexen kommen zuweilen vor auf den Kanten der Streifen ganz nahe an m .

$s\{11\bar{2}1\}$ immer vorhanden mit glänzenden Flächen, oft gross.

$\mu\{21\bar{3}1\}$ und $\mu_1\{3\bar{1}\bar{2}1\}$ sind beide vorhanden an vielen Krystallen, aber sehr verschieden in Grösse, Qualität und Regelmässigkeit. Im Allgemeinen sind die Flächen von beiden matt und die Formen dann nicht zu unterscheiden. An einigen Krystallen sind diese Flächen glänzend und liefern Reflexe, zeigen jedoch gerieftes und chagrinirtes Aussehen; man bemerkt dabei einen beständigen Unterschied im Charakter der Eindrücke auf denselben, wodurch in günstigen Fällen sich die beiden Formen unterscheiden lassen. Auf μ nehmen diese Eindrücke gewöhnlich die Form von scharfen Rinnen parallel der Kante $m : \mu$ (s. Fig. 2 und 3) an. Diese Rinnen erscheinen einigermassen wie Verlängerungen der Streifen auf der z -Fläche, weil sie sich nie über die Durchschnittslinie von μ mit jener Fläche erstrecken und bei Abwesenheit von z fehlen. Die Rinnen sind begrenzt durch Flächen parallel den anliegenden Flächen von s und m . Oft hören sie in der Mitte der Fläche auf (s. Fig. 3).

Auf μ_1 erscheinen die Eindrücke als unregelmässige Gruben oder krumme Rinnen, gelegentlich annähernd parallel der Richtung der Kante von m und μ_1 , aber ohne Regelmässigkeit, darum ganz verschieden von den Linien auf μ . Kein stetiger Unterschied war zu sehen weder in Bezug auf den Glanz der reflectirenden Theile der Flächen beider Formen, noch in der relativen Grösse. Beide kommen unregelmässig vor an einzelnen Krystallen, und es fehlen fast immer einzelne Flächen der vollständigen Form. Wie in den Figuren zu sehen ist, können beide Formen an demselben Krystalle Flächen von sehr verschiedener Grösse zeigen, und diese werden in einzelnen

Fällen gelegentlich so gross, dass sie die Hauptform der Endigung des Krystalles bilden.

Das Vorkommen von Pyramiden dritter Ordnung in scheinbar holoëdrischer Verbindung ist beobachtet worden an Apatit von verschiedenen Vorkommnissen, unter anderen von der Knappenwand¹⁾, von Ala²⁾ und Elba³⁾. Aber es scheint, dass bei keinem der beschriebenen Krystalle ein Unterschied vorhanden war, durch welchen es möglich wäre, die rechten und linken Formen zu trennen.

Die oben beschriebenen Streifungen auf gewissen Krystallflächen sind ein beständiges und hervorragendes Merkmal dieses Apatits und sind daher in den Zeichnungen wiedergegeben. Am besten waren sie auf dem grössten Krystalle der Sammlung entwickelt, welchen Fig. 4 darstellt; die Streifen auf den Flächen von z und a waren gleich stark und bedingten bei oberflächlicher Betrachtung einen sonderbaren tetragonalen Anschein. Auf diesen beiden Formen sind die Streifen zweifellos Wachstumsformen, durch oscillatorische Combination hervorgebracht, und zwar auf a durch die benachbarten Flächen von m und auf z von m und y . Die Eindrücke auf den Flächen von μ und μ_1 scheinen einen anderen Charakter zu haben. Die Unregelmässigkeit ihrer Entwicklung, auf einigen Flächen als vereinzelte Rinnen oder Gruben, auf anderen die ganze Fläche bedeckend, sodass dieselbe matt erscheint, deutet eher auf Aetzung durch irgend ein Mittel, welches nach der Bildung der Krystalle wirkte.

Chemische Zusammensetzung (von J. E. Wolff).

Als Material für die Analyse wurden benutzt tief gefärbte, reine Krystalle, mechanisch von irgend welchen Spuren von Muttergestein befreit, und durch die Lupe geprüft; auch das Mikroskop bestätigte die Reinheit des Materials. Die angewandte Methode war wesentlich die von Jannasch und Locke⁴⁾, nämlich Lösung in Salpetersäure mit Zusatz von Quecksilberoxyd, Füllen durch Ammoniak und Bestimmung der Phosphorsäure, des Haupttheiles des Kalkes und der anderen Basen im Niederschlage, des übrigen Kalkes und der anderen Basen im ersten Filtrate. Wasser wurde direkt bestimmt durch Schmelzung mit Bleioxyd und Kaliumbichromat. Die Fluorbestimmung wurde ausgeführt nach der Methode von Fresenius: nämlich durch Erhitzung des fein gepulverten Materials, welches mit vorher

1) C. Klein, N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1874, 485; 1872, 424.

2) G. Strüver, Att. Acc. Torino 1867, 3, 425; 1874, 6, 363. — Rendic. R. Acc. Lincei, Roma 1899, 8 (4), 427—434. Ref. diese Zeitschr. 34, 284 f.

3) E. Artini, Rend. R. Acc. Lincei, Roma 1895, 4 (2), 259. Ref. diese Zeitschr. 28, 485.

4) Zeitschr. f. anorg. Chem. 7, 454; s. auch Jannasch, Prakt. Leitfaden d. Gewichtsanalyse, S. 259.

geglühtem Quarz innig gemischt war, in einem Kolben mit starker Schwefelsäure und Aufnahme des entwickelten SiF_4 in gewogenen Absorptionsröhren nach der vorgeschriebenen Methode. Es wurde von dem gefundenen Gewichte subtrahirt eine Correction für die allgemeine Gewichtszunahme der Absorptionsröhren (verursacht durch die Einwirkung des Luftstromes auf die Gummischlauchverbindungen u. s. w.); die Grösse dieser Correction wurde vorher für sich bestimmt. Die Aufschliessung dauerte fünf Stunden, d. h. bis zum constanten Gewichte. Das Mineral löste sich ohne Rückstand in Salpetersäure. Chlor war nicht vorhanden. Beim Erhitzen bis 320° verschwand die Amethystfarbe des Minerals, und dasselbe wurde wasserhell oder schwach gelblich; die Entfärbung war begleitet von Verknistern, von Phosphorescenz und von der Bildung eines Dampfes (zum Theil Wasser?), welcher sich in Tropfen auf den Wänden des Rohres absetzte; man bemerkte auch zugleich einen petroleumartigen Geruch. Die Gewichtsabnahme wurde bestimmt durch schwache Erhitzung (in einem Kugelrohre) von drei Gramm des Minerals in einem trocknen Luftstrome, Wägung und Wiedererhitzung im Luftstrome bis zur vollendeten Entfärbung, und Bestimmung des Gewichtsverlustes.

	A. v. Minot, Maine:	Ders. ber. auf 100	Molekularzahlen:		A. v. Ceylon, Jan- nasch u. Lockel. c.:
P_2O_5	44,30	44,58	0,2928	0,2928	39,84
$(Fe, Al)_2O_3$	0,74	0,74	0,0044	4,0029	Al_2O_3 2,02
MnO	0,85	0,86	0,0124		FeO 0,62
CaO	53,43	53,79	0,9605		0,22
MgO	0,70	0,70	0,0173		53,36
K_2O	0,27	0,27	0,0028		0,25
Na_2O	0,36	0,36	0,0058		0,52
H_2O	0,29	0,29	0,0323 ¹⁾		0,42
Cl	nicht vorh.	—	—	0,1586	0,48
F	2,38	2,40	0,1263		1,82
$Al\ 320^\circ$	0,04	0,04	—		1,03
	400,33	404,00			—
$O = F$	— 4,00	— 4,00			400,58
	99,33	100,00			0,90
					99,68

Spec. Gew. 3,159 bei 22° C.

Daraus: $P_2O_5 : \overset{II}{RO} : F, OH = 1 : 3,42 : 0,57 = 1,5 : 5,13 : 0,85$

oder

$Ca_5P_3[F, OH]O_{12}$.

1) Berechnet als $OH = 0,55\% O - H$.

Optische Eigenschaften (von J. E. Wolff).

Die Bestimmung der Brechungsindices wurde ausgeführt mit einem der schönsten Krystalle, mit tiefer Amethystfarbe und glänzender Basis, und zwar mit dem Abbe'schen Krystalirefractometer nach der Differentialmethode¹⁾.

Ein Glasprisma wurde angewandt mit $n = 1,6326$, für welches die Grenze genau bestimmt wurde, und das Fernrohr festgeklemt. Der Apatitkrystall wurde dann mit der Basis auf die Halbkugel des Apparates gelegt und der Winkelunterschied zwischen den Grenzen für ω und ε durch die Mikrometerschraube bestimmt, mit Ablesungen auf sechs Secunden. Die Grenzlinien waren scharf und die Ablesungen im Allgemeinen gut. Als Mittel von vielen Ablesungen wurden folgende Werthe gefunden:

$$\begin{array}{lll} \omega_{Na} & 1,63353 & \omega - \varepsilon = 0,00191 \\ \varepsilon_{Na} & 1,63162 & \omega_{Li} = 1,63067 \quad \omega - \varepsilon = 0,00202 \\ & & \varepsilon_{Li} = 1,62865 \end{array}$$

Derselbe Krystall wurde dann erhitzt bis auf 320° , d. h. bis zu vollendeter Entfärbung, und die Indices wieder bestimmt mit folgendem Resultate:

$$\omega_{Na} = 1,63346, \quad \varepsilon_{Na} = 1,63165, \quad \omega - \varepsilon = 0,00181.$$

Die Veränderung in der Doppelbrechung und in beiden Indices scheint innerhalb der Fehlergrenzen zu sein.

Der Pleochroismus ist stark und zwar der parallel ε schwingende Strahl (ε) röthlichviolett und senkrecht ω (ω) tief violettblau. In convergentem Lichte zeigen die dicken reinen Krystalle durch die Basis deutlich zweiaxigen Charakter, mit ε als spitzer Bisectrix und einer Feldertheilung in sechs Sektoren, in deren jedem die Axenebene parallel einer Fläche des Prisma zweiter Ordnung (oder senkrecht zu einer horizontalen Axe) ist. Diese Sektoren werden noch deutlicher bei Anwendung der Gypsplatte; einige sind fast vollkommen, während andere ineinander fließen und sich im Centrum des Krystalles überdecken. Der Axenwinkel wurde am Axenwinkelapparate gemessen zu $2E = 20^\circ$, scheint jedoch in verschiedenen Sektoren desselben Krystalles verschiedene Grösse zu haben. Diese Erscheinungen von scheinbarer rhombischer Symmetrie sind beschrieben und abgebildet worden von Mallard²⁾ bei dem violetten Apatit von Schlaggenwald, scheinen aber noch deutlicher hervorzutreten in dem Apatit von Maine. Die Austreibung des Farbstoffes zerstört den Pleochroismus ganz, scheint jedoch ohne Wirkung auf die zweiaxigen Anomalien.

Schluss.

Der Apatit von Minot ist ein reiner Fluorapatit, mit zu kleinem Fluorgehalt, um die Formel $Ca_5F(PO_4)_3$ zu befriedigen, entspricht aber der

1) C. Viola, diese Zeitschr. **30**, 438 und **32**, 344.

2) Annales des Mines 4876 (7), **10**, 447. Ref. diese Zeitschr. **1**, 309.

Formel von Groth $Ca_5P_3(F,OH)O_{12}$, welche auch Jannasch von der oben citirten Analyse herleitet. Rammelsberg¹⁾ erklärte den niedrigen Fluor- (und Chlor-) Gehalt gewisser Apatite als eine Folge von Zersetzung und nahm deswegen an, dass alle solche Apatite verändert wären. Die Frische des Apatits von Minot scheint eine solche Erklärung, in diesem Falle wenigstens, unhaltbar zu machen.

Das Axenverhältniss dieses Apatits ist das grösste und die Doppelbrechung die kleinste, welche für die Species überhaupt erwähnt worden sind.

Es war darum von Interesse zu sehen, welche Angaben vorhanden wären, um eine Vergleichung zwischen Fluor- und Chlorgehalt einerseits, und Axenverhältniss, specifischem Gewichte und Doppelbrechung andererseits zu machen.

Dass der (Normalen-) Winkel $\epsilon : x$ und auch das spec. Gew. mit wachsendem Chlorgehalte abnimmt, wird von verschiedenen Autoren behauptet.

G. Rose (Ref. 3 unten), der Entdecker von Fluor und Chlor im Apatit, erklärte als Resultat seiner Studien, dass Winkelgrösse und spec. Gewicht bei allen Apatiten von gleicher Zusammensetzung ähnlich wären, dass aber die umgekehrte Behauptung nicht bewiesen wäre.

Von Kokscharow (Ref. 2) erweiterte diese Erklärung und behauptete, der Normalenwinkel $\epsilon : x$ von allen Chlor führenden Apatiten sei etwas kleiner als beim reinen Fluorapatit.

Die Analysen von Pusyrewsky (Ref. 18) schienen diese Ansicht zu bestätigen; derselbe Autor behauptete auch ein Sinken des spec. Gew. mit steigendem Chlorgehalte.

Von Kokscharow (loc. cit.) vereinigte diese letzten Resultate mit seinen eigenen Winkelmessungen und veröffentlichte eine Tabelle der Verhältnisse der drei Werthe, aber ohne Anmerkung.

Baumhauer (Ref. 4) beschäftigte sich zunächst mit dieser Frage, und seine Messungen, Analysen und spec. Gewichtsbestimmungen scheinen die vermutheten Verhältnisse zu unterstützen. Seine Tabelle ist von verschiedenen Autoren fast ohne Veränderung wiedergegeben worden (Dana, Syst. 1892, 764 und Weibull, Ref. 20, unten).

Um die Sache näher zu prüfen, wurden alle bekannten Angaben in der folgenden Tabelle zusammengestellt und nach steigenden Werthen des Winkels $\epsilon : x$ (oder dem Axenverhältnisse nach) geordnet; die Tabelle zeigt auch für alle Vorkommnisse, über welche zuverlässige krystallographische Angaben vorhanden sind, die spec. Gewichte, Doppelbrechung und den Chlor- und Fluorgehalt, insoweit solche Angaben überhaupt existiren.

1) N. Jahrb. f. Min. etc. 1897, 2, 38. Ref. diese Zeitschr. 31, 618.

Zusammenstellung d. physik. u. chem. Charaktere des Apatits*).

Fundort:	(0004):(1074)	ϵ	Sp. Gew.:	$\omega - \epsilon$	Cl	F	
1. Combe di Compare Robert, Piemont	400 4'	0,7284	—	—	—	—	1)
2. Achmatowsk	40 6 21"	0,7294	3,120	—	0,54	—	2) u. 18)
3. Laacher See	40 6 24	0,7294	3,202	—	—	—	3)
4. Rothenkopf, Tirol	40 10 46	0,7313	3,1495	—	0,085	—	4)
5. { Zillerthal, Tirol	—	—	—	—	nicht vorh.	4,54	5)
6. Tirol	—	—	—	0,00435	—	—	6)
7. Ala, Piemont	40 10 46	0,7313	—	—	—	—	4)
8. Kirjabinsk	40 13 30	0,7325	3,126	—	Spur	—	2,
9. { Jumilla, Spanien	40 11 48	0,7318	—	—	—	—	8)
10. { - -	40 13 37	0,7326	3,235	—	0,557	—	2)
11. { - -	—	—	—	0,00448	—	—	9)
12. { - -	—	—	—	0,0042	—	—	10)
13. { - -	—	—	—	—	0,24	4,98	5)
14. { - -	—	—	—	—	0,47	3,54	10)
15. { Knappenwand, Salzbg.	40 15 26	0,7333	3,153	—	0,028	—	4)
16. { - -	—	—	—	—	0,03	3,63	10)
17. Tirol (Talkschiefer)	—	—	—	—	0,20	3,58	10)
18. Sulzbachthal, Salzburg	—	—	—	0,0026	—	—	7)
19. Berg Blagodat	40 16 10	0,7337	{ 3,132 3,200	—	0,24	—	2)
20. Nordmarken	40 16 10	0,7337	—	—	—	—	11)
21. { St. Gotthard	40 17	0,7340	3,197	—	0,028	—	2) u. 3)
22. { -	40 17	0,7340	3,2454	—	—	—	4)
23. Tavetsch	40 17	0,7340	—	—	—	—	12)
24. Floitenthal	40 17	0,7340	—	—	—	—	12)
25. Schwarzenstein	40 17	0,7340	—	—	Spur	—	4)
26. Vestanå (Mn-Apatit)	40 17 20	0,7344	3,225	0,0042	Spur	3,74	20)
27. Hiddenit Mine, N. C.	40 17 45	0,7343	—	—	—	—	13)
28. Turkestan	40 18 10	0,7345	3,199	—	Spur	3,64	14)
29. Tokowaja, Ural	40 18 22	0,7346	{ 3,201 3,212	—	0,04	4,20	2) u. 18)
30. { Ehrenfriedersdorf	40 18 22	0,7346	3,211	—	nicht vorh.	—	3)
31. { -	—	—	—	—	nicht vorh.	2,27	5)
32. Pisek	40 18 25	0,7346	3,094	—	Spur	3,56	15)
33. Elba	40 18 48	0,7348	—	—	—	—	16)
34. Minot, Me.	40 18 50	0,7348	3,159	0,0020	n. vorh.	2,38	
35. Zwiesel (Mn-Apatit)	—	—	3,169	—	n. vorh.	2,45	17)
36. Ilmengebirge	—	—	3,216	—	Spur	3,97	18)
37. Sudjanka-Fluss	—	—	3,178	—	0,109	4,02	18)

*) In der Tabelle von Baumhauer und bei allen späteren von derselben Art findet man für die Localität Schlaggenwald den Winkel $\epsilon : x = 40^{\circ} 20'$, den grössten Werth dieses Winkels, welcher überhaupt am Apatit beobachtet wurde. Aus der Beschreibung dieses Vorkommens von Schrauf (Ref. 8 unten) geht klar hervor, dass die gemessenen Krystalle zu genauen Messungen der krummen Flächen wegen nicht geeignet waren, und eine neue Berechnung des durchschnittlichen Winkels aus sämt-

Auffallend bei der Herstellung dieser Tabelle war der Mangel an Studien über Apatit, bei welchen alle diese Eigenschaften an demselben Materiale bestimmt worden sind. Es ist ferner bemerkenswerth, dass, streng genommen, keine krystallographischen Angaben über einen eigentlichen Chlorapatit zu finden sind; der grösste Chlorgehalt in der Tabelle ist nur 0,50%. Ohne solche Angaben scheint die Theorie von Pusyrewsky und Baumhauer, dass das Axenverhältniss abnehme mit dem Chlorgehalte, noch nicht festgestellt; ferner findet man Ausnahmen in der Tabelle, besonders bei Nr. 5 Zillerthal, und Nr. 9 Jumilla. Andererseits kann man mit mehr Sicherheit behaupten, dass ein Apatit mit grossem Winkel $c : x$ ($40^{\circ}17'$ oder grösser) als praktisch chlorfrei gefunden werden würde.

Die Tabelle zeigt auch, dass kein bestimmtes Verhältniss existirt zwischen spec. Gewicht und Chlorgehalt. Nr. 2 und 9 von Achmatowsk resp. Jumilla, mit ungefähr 0,50% Chlor, haben ein spec. Gew. von je 3,42 und 3,235; während die chlorfreien Varietäten ein spec. Gew. von 3,09 bis 3,22, oder innerhalb derselben Grenzen haben. Beobachtungen über Grösse der Doppelbrechung sind wenig vorhanden, und diese zeigen kein bestimmtes Verhältniss zum Chlorgehalte.

lichen Messungen gab einen viel niedrigeren Werth, um $40^{\circ}17'$. Diese Localität wurde deswegen von der Tabelle ausgeschlossen.

- 1) G. Boeris, Atti della R. Acc. Sc. di Torino 1899, **34**, 609. Ref. diese Zeitschr. **34**, 288.
- 2) Kokscharow, Mat. zu Min. Russl. 1866, **5**, 86.
- 3) G. Rose, Pogg. Ann. 1827, **9**, 206.
- 4) H. Baumhauer, diese Zeitschr. 1890, **18**, 34.
- 5) Hoskyns-Abrahall (Inaug.-Diss. 1889), diese Zeitschr. **21**, 389.
- 6) Heusser, Pogg. Ann. 1854, **87**, 468.
- 7) K. Zimányi, diese Zeitschr. 1893, **22**, 334.
- 8) Schrauf, Ber. Akad. Wien 1870, **62** (2), 745.
- 9) Ebenda 1862, **42**, 444.
- 10) Carnot, Bull. Soc. Franç. Mineral. 1896, **19**, 435. Ref. diese Zeitschr. **29**, 420.
- 11) Flink, Bihang t. K. Sv.-Vet. Akad. H. Stockholm 1886, **12** (2), No. 2, 42. Ref. diese Zeitschr. **13**, 404.
- 12) Schmidt, diese Zeitschr. 1883, **7**, 554.
- 13) Hidden und Washington, diese Zeitschr. 1888, **14**, 299.
- 14) Jeremejew und Nikolajew, diese Zeitschr. 1886, **11**, 389.
- 15) Vrba, diese Zeitschr. 1889, **15**, 464.
- 16) Artini, Rend. R. Acc. Lincei, Roma 1893, (2) **4**, 259. Ref. diese Zeitschr. **28**, 485.
- 17) Sandberger (Hilger), N. Jahrb. f. Min. etc. 1885, **1**, 474. Ref. diese Zeitschrift **12**, 345.
- 18) Pusyrewsky, Verh. k. k. mineral. Gesellsch. St. Petersburg 1859—1860 (citirt bei Baumhauer, Nr. 4 oben).
- 19) Lattermann, Rosenbusch, Mikr. Phys. 1892, **1**, 409.
- 20) Weibull, Geol. För. Forh., Stockh. 1898, **20**, 63. Ref. diese Zeitschr. **32**, 613.
Ebenda 1886, **8**, 492. Ref. diese Zeitschr. **15**, 430.

XXV. Ueber neue Kalkspathformen von Tharandt in Sachsen.

Von

A. Sachs in Breslau.

(Hierzu Taf. XIV, Fig. 5 und 6.)

Das Kalklager von Tharandt gehört dem Cambrium an.

»Der Kalkstein (Sauer und Beck, Ertl. zur geol. Specialk. d. Königr. Sachsen, Blatt 84, S. 20) soll chronikalischen Aufzeichnungen zufolge bereits 806 gebrochen worden sein. Er ist hell- und dunkelgrau von Farbe und von weissen oder lichtgrauen Lagen bandförmig durchzogen. Das schwarze sowohl den Kalkstein, als auch den mit diesem wechsellagernden Thonschiefer imprägnirende Pigment besteht aus Graphitoid.«

»Die Formen, unten denen der Kalkspath auftritt«, sagt Cotta (Geogn. Wander., Dresden und Leipzig, 1836, S. 14), »sind höchst mannigfach, die merkwürdigste ist unstreitig das primitive Rhomboëder in verwendeter Stellung als wahrer Krystall. Ausserdem findet man folgende Gestalten und Combinationen:

- 1) $\infty R. \frac{1}{2} R.$
- 2) $R2. \frac{2}{3} R2. R.$
- 3) $\frac{1}{2} R.$
- 4) $R3. \infty R. — \frac{1}{2} R. xR$ (xR sehr spitz).
- 5) $\frac{1}{2} R. xR$ (xR sehr spitz).
- 6) $R2. \frac{2}{3} R2. xR. yR$ (beide R spitz).
- 7) $\frac{1}{2} R. \infty R. Rx.$

Die Farbe schwankt zwischen milchweiss, wasserhell, grau und weingelb. Die Oberfläche ist theils glatt und spiegelnd, theils auch mit lauter kleinen hervorstehenden Spitzen in der Richtung der Hauptaxe. Manche Krystalle, besonders jene bekannte Combination zweier Skalenoëder mit dem primitiven Rhomboëder ($R2. \frac{2}{3} R2. R.$), zeigen häufig haubenartige Ueberzüge durch eine jüngere Krystallrinde von anderer Combination, welche den Krystall so umgeben, dass ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden bleibt, während sie doch eine vollkommen parallele Axenstellung besitzen.«

Scharff giebt dann in seiner Abhandlung: »Der kohlen saure Kalk« (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1862, 689) an, dass bei einem grossen

Theile der Tharandter Stufen eine Störung des Krystallbaues zu bemerken sei: ein älterer zum Theil grau überstäubter skalenödrischer Kern, und eine, nicht selten unvollendete, darüber oder darum gebaute Hülle. »Bei manchen Stufen«, sagt Scharff, ist ein Theil des skalenödrischen Kernes, nach Breithaupt $4R\frac{3}{2}$ mit $-\frac{1}{2}R$, von einer bestimmten Richtung her mit aschgrauer Substanz und Pyritgrüppchen bedeckt, während auf die entgegengesetzten (unteren?) Krystallflächen eine jüngere Kalkspathhülle ($-\frac{1}{2}R$ in $\frac{1}{2}R3$ übergehend und $+4R$ bis ∞R) sich anlegt. Da, wo eine vollständige Umhüllung statt hat, ist dieselbe gewöhnlich in der Form von ∞R . $-\frac{1}{2}R$ hergestellt, jedoch in der Weise, dass der Gipfel meist als kleine weisse Krystallgruppe aus dem gelblichgrauen prismatischen Mantel hervorragt, oder aber in abgesetzten Stockwerken thurmartig nach dem Gipfel hin sich verjüngt. Es finden sich Stufen, auf welchen die Skalenöeder von grauem drusigen Quarz in der Weise überzogen und bedeckt sind, dass nur der Krystallgipfel fortbauen konnte. Bei solchen Krystallen oder kappenartigen Krystallaufsätzen ist das Prisma durchaus untergeordnet, die Skalenöederbildung, abgerundet über $-\frac{1}{2}R$, herrscht vor. Breithaupt hat solche Formen als $\frac{2}{3}R2$. $R2$ bezeichnet, sie sind wohl meist unmessbar, mit der Fig. 9 bei Zippe, einem Vorkommen bei Prag, zu vergleichen, welches als R . $\frac{1}{2}R'$. $\frac{1}{4}R3$. $R\frac{3}{2}$. ∞R angegeben ist.«

Weiter sagt A. Frenzel im »Mineral. Lexicon für d. Königr. Sachsen« (Leipzig 1874, Engelmann): »Für den Tharandter Kalkstein ist die Combination $R2$. $\frac{2}{3}R2$. R charakteristisch, die Formen R und $R3$ kommen selbständig vor; die Krystalle sitzen in der Regel auf Braunspath und werden von Eisenkies begleitet. Die skalenödrischen Krystalle zeigen mitunter Zwillinge mit parallelen Axensystemen; ebenso sind doppelte Bildungen diesem Lager nicht fremd.«

Endlich macht P. Groth in seiner 1878 erschienenen »Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelms-Universität Strassburg« (Karl J. Trübner, Strassburg) über das Tharandter Vorkommen folgende Angaben:

»Auf Drusen im Kalkstein kommen hier Krystalle von derjenigen Form vor, welcher unter Münsterthal zuerst beschrieben wurde«, (R vorherrschend mit zugeschräfften Pol- und Mittelkanten durch zwei gerundet erscheinende Skalenöeder, alle diese Flächen matt und nicht messbar; $-\frac{1}{2}R$ glänzend, aber gestreift und gerundet, ∞R und $\infty P2$), »nur ist $-\frac{1}{2}R$ hier ebenfalls mattflächig und R tritt meistens mehr an Ausdehnung zurück. Sehr interessante Fortwachsungen zeigen zu unterst ein sehr spitzes Skalenöeder mit fast horizontalen Mittelkanten; auf dessen Spitze hat sich das primäre Rhomboeder aufgesetzt, ist dann mit Schwefelkieskryställchen überkleidet und endlich von einer dritten Kalkspathbildung der Form $-\frac{1}{2}R$, ∞R umhüllt worden; auf $-\frac{1}{2}R$ treten nun die Polkanten des Kernrhomboeders als von Schwefelkies gebildete Leisten an die Oberfläche. Von anderen Krystallgestalten möge erwähnt werden das so selten allein auftretende primäre Rhomboeder, glänzend und nur mit schmalen Flächen an den Kanten zugeschräfft, endlich die Combination $R3$, $-\frac{1}{2}R$.«

Herr Dr. Frenzel in Freiberg schickte nun zur näheren Bestimmung an das mineralogische Universitätsinstitut zu Breslau mehrere Stücke, die im Jahre 1900 vorkamen, und an denen ihm neue Flächen aufgefallen waren. Er machte hierzu freundlichst folgende Angaben:

»Auf der Halde des Tharandter Kalkwerkes findet der Besucher ausser den Vorräthen an Kalkstein mehr oder weniger schöne Krystalle von Kalkspath und Braunspath, oktaëdrischem Eisenkies und Markasit.

Die Kalkspathkrystallisationen sind sehr mannigfaltig, prismatisch oder skalenödrisch, als Endung derselben zeigt sich aber meist $-\frac{1}{2}R$. Doppelbildungen, gewöhnlich mit einem skalenödrischen Kern, sind ziemlich häufig.

Der Kalkstein wird durch Ortbetrieb mittelst Schiessarbeit gewonnen, man verwendet zum Schiessen Dynamit. Die Oerter, von denen gegenwärtig drei im Hauptflügel im Betriebe sind, sind 5 m weit und 4 m hoch.

Bei diesem Ortbetrieb schiessen die Arbeiter oft einen Drusenraum auf, mitunter so gross, dass ein Mann darin Platz finden könnte. Diese Drusenräume sind überall mit Kalkspathkrystallen bekleidet, die Krystalle finden sich an den Seiten, an der Decke, wie auf dem Boden der Druse. Die Drusenräume treten im Kalklager ganz unregelmässig auf, finden sich aber doch hauptsächlich in der Nähe des hangenden Schiefergebirges; letzteres besteht aus Thonschiefer. Ein Drusenraum zeigt in der Regel gleichartige Combinationen, die verschiedenen Drusenräume bieten aber eben so verschiedene Ausbildungen der Kalkspathformen.

Im Jahre 1900 brachte ein Drusenraum merkwürdige Kalkspathformen zu Tage. Es waren grosse, stark durchscheinende, lebhaft glasglänzende Krystalle, die deshalb von den Arbeitern als »Glaskrystalle« bezeichnet wurden. Die terminale Endung erfolgte wiederum durch die Form $-\frac{1}{2}R$, während an dem seitlichen Aufbau sich zahlreiche skalenödrische und prismatische Flächen theilnahmen.

Gleichzeitig wurde mit diesen interessanten Kalkspathkrystallen noch ein zweiter Fund gemacht, der gleichfalls von besonderem Interesse ist. Mit und zum Theil auf den Kalkspathkrystallen aufsitzend fanden sich Bergkrystalle, die entweder gruppenweise auftraten, wenn die Kryställchen nur klein waren, oder auch einzeln auftraten, bei grösserer Ausbildung. Die einzelnen grösseren Bergkrystalle erinnern ganz an das bekannte Vorkommen von Carrara.

Die Bergkrystalle sind völlig wasserhell und werden von der einfachen Quarzcombination $\infty R.R.-R$ gebildet. Rhomben- und Trapezflächen fehlen.

Herr Prof. Dr. Hintze überliess mir freundlichst die Untersuchung der Kalkspathformen.

Die Grösse der einzelnen Individuen auf jenen Stufen ist eine sehr verschiedene: die grössten sind etwa 3 cm hoch und ebenso breit, die kleinsten sind etwa 2 mm hoch und 3 mm breit; im Durchschnitt beträgt die Höhe 1 cm, die Breite $1\frac{1}{2}$ cm.

Sämmtliche Individuen sind eine Combination von $\{01\bar{1}2\} = \{110\}$ mit $\{11\bar{2}0\} = \{10\bar{1}\}$ und einem neuen Skalenöder (s. Taf. XIV, Fig. 5). Der Habitus weist die grösste Aehnlichkeit mit Fig. 6 bei Zippe (Uebers. d. Krystallgest. d. Rhomboëdr. Kalk-Haloides, Wien 1854, 55, aus den Denkschr. der Akad. 1854, 3, 409) auf $[\{110\}.\{10\bar{1}\}.\{4\bar{1}2\}]$, welche Krystallen aus England (nach Haidinger's Mittheilung) entspricht.

Die Flächen von $\{110\}$ sind matt, die des Prismas zweiter Ordnung ausserordentlich lebhaft glasglänzend und zeigen eine Riefung parallel zur Kante mit dem Skalenöder. Der Glanz der Skalenöderflächen ist lebhafter als der des Rhomboëders, aber schwächer als der des Prismas; auf vielen Skalenöderflächen sind deutlich zwei sich unter einem Winkel von etwa 100° kreuzende Liniensysteme zu bemerken, die offenbar die Tracen der Mittelkanten von $\{100\}$ bedeuten, bezw. durch Spaltungsrisse hervor-

gebracht werden, die an einzelnen Krystallen deutlich mit einer schwarzen Substanz, vielleicht Pyrit, ausgefüllt sind.

Hervorzuheben ist, dass vielfach ein Kern vorhanden ist, und zwar {100}, dieser ist mit dem bekannten grauen Ueberzuge von Pyrit versehen, und um diesen hat sich als Mantel {110}, {101} und Skalenoëder gelegt. Ferner ist vielfach eine Structur »in abgesetzten Stockwerken, thurmartig nach dem Gipfel sich verjüngend« (Scharff) zu constatiren. Das Rhomboëder herrscht stets vor, Prisma und Skalenoëder halten sich meist das Gleichgewicht.

Legt man für die Berechnung des Skalenoëders den Polkantenwinkel unterhalb der Spaltungsfläche, gemessen zu $21^{\circ}45'$ zu Grunde, und weiterhin den Winkel einer Skalenoëderfläche gegen die benachbarte Prismenfläche, gemessen zu $21^{\circ}12'$, so ergibt sich das Skalenoëder {13.3.7} = {16.4.20.3} $4R\frac{2}{3}$, mit befriedigender Uebereinstimmung der berechneten und gemessenen Winkel.

Winkeltabelle.

		Berechnet:	Beobachtet:
(0112) (1102)	=	(110) (101) = $45^{\circ} 3'$	$45^{\circ} 0'$
(1120) (2110)	=	(101) (110) 60 0	60 5
(1120) (0112)	=	(101) (110) 67 $28\frac{1}{2}$	67 15
(16.4.20.3) (20.4.16.3)	=	(13.3.7) (13.7.3) 21 30	21 45— $22^{\circ} 0'$
(16.4.20.3) (4.16.20.3)	=	(13.3.7) (7.3.13) 42 26	42 25
(16.4.20.3) (16.20.4.3)	=	(13.3.7) (3.13.7) 96 27	96 15
(16.4.20.3) (1120)	=	(13.3.7) (101) 21 13	21 12—21 5
(16.4.20.3) (0112)	=	(13.3.7) (110) 64 23	64 15—64 30
(16.4.20.3) (1102)	=	(13.3.7) (101) 73 10	73 5
(16.4.20.3) (1012)	=	(13.3.7) (011) 106 22	106 25

Zur weiteren Controle wurde an den Krystallen (100) angespalten. Dies ergab folgende Winkel:

	Berechnet:	Beobachtet:
(1011) (1101) =	(100) (010) = $74^{\circ}55'$	$74^{\circ}55'$
(1011) (0112) =	(100) (110) 37 $27\frac{1}{2}$	37 $27\frac{1}{2}$
(1101) (1120) =	(010) (101) 90 0	90 6
(16.4.20.3) (1011) =	(13.3.7) (100) 36 52	36 55
(16.4.20.3) (1101) =	(13.3.7) (010) 96 20	96 10
(16.4.20.3) (0111) =	(13.3.7) (001) 109 42	109 48

Das positive Skalenoëder {16.4.20.3} = {13.3.7} ist neu, während die negative Form: {4.16.20.3} = {9.5.11} von Hessenberg an Isländischen Krystallen (Min. Not., Nr. 7 (sechste Forts.) S. 2 und 3, ebendas. Nr. 11 (zehnte Forts.) S. 14 und 15, ebendas. Nr. 12 (elfte Forts.) S. 14], von G. vom Rath an Krystallen vom Oberen See (Pogg. Ann. 1867, 132, 389 und 395) und aus dem Melaphyr des Nahethales (Pogg. Ann. 1868,

135, 573), zuerst jedoch von Des Cloizeaux (Manuel de Min., Fig. 268) an Isländischen Krystallen beobachtet worden war¹⁾.

Es ist einzureihen zwischen $\{51\bar{6}1\} = \{4\bar{1}2\}$ und $\{6281\} = \{5\bar{1}3\}^2)$, von denen erstere Form nach Irby (On the Crystallography of Calcite, Inaug.-Diss., Bonn 1878) von Zippe (Fig. 9), von Lévy beim Dolomit, von Hessenberg an Krystallen von Agaëte auf Canaria und von Breithaupt an den Kernen gewisser Krystalle von Tharandt, letztere von Lévy, Zippe und Hessenberg — von Letzterem an Krystallen von Rossie und Agaëte — angeführt wird. Die entsprechenden Polkanten und Mittelkantenwinkel sind:

$\{4\bar{1}2\}$	$= 99^{\circ}50'$	$17^{\circ}23'$	$46^{\circ}44'$
$\{13.\bar{3}.\bar{7}\}$	$96\ 27$	$24\ 30$	$42\ 26$
$\{5\bar{1}3\}$	$94\ 3$	$37\ 34$	$35\ 52$

An einzelnen Krystallen nun ist an der Skalenoëderfläche ein deutlicher Knick zu bemerken, und es tritt mehr oder minder ausgebildet eine sehr stark glänzende, aber fast durchweg zur Rundung neigende neue Fläche auf, die schon mit blossem Auge durch die verticalen Kanten, die sie mit dem Prisma zweiter Ordnung bildet, sich als dihexagonales Prisma charakterisirt. Solche Krystalle entsprechen dann Fig. 2.

Die Messungen dieser Fläche ergeben schwankende Werthe, die auf $\{81\bar{9}0\} = \{17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0}\}$ oder auf $\{71\bar{8}0\} = \{5\bar{2}3\}$ hinweisen.

		Berechnet:	Beobachtet:
$(81\bar{9}0)(9\bar{1}80)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(17.\bar{1}\bar{0}.\bar{7})$	$11^{\circ}38'$	$11^{\circ}52' - 12^{\circ}40' - 13^{\circ}15'$
$(81\bar{9}0)(18\bar{9}0)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(10.7.\bar{1}\bar{7})$	$48\ 22$	$46\ 40 - 47\ 0 - 47\ 25$
$(81\bar{9}0)(11\bar{2}0)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(10\bar{1})$	$24\ 11$	$23\ 20 - 23\ 45 - 23\ 52$ $- 24\ 8$
$(81\bar{9}0)(16.4.\bar{2}\bar{0}.3)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(13.\bar{3}.\bar{7})$	$10\ 22\frac{1}{2}$	$10\ 15 - 10\ 18$
$(81\bar{9}0)(20.\bar{4}.\bar{1}\bar{6}.3)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(13.\bar{7}.\bar{3})$	$49\ 7$	$49\ 27 - 49\ 40$
$(81\bar{9}0)(01\bar{1}2)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(110)$	$75\ 0$	$74\ 35$
$(81\bar{9}0)(1102)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(101)$	$79\ 34$	$79\ 35$
$(81\bar{9}0)(10\bar{1}2)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(01\bar{1})$	$63\ 54$	$63\ 40 - 63\ 55 - 64\ 5$ $- 64\ 10 - 64\ 13$
$(81\bar{9}0)(10\bar{1}1)$	$= (17.\bar{7}.\bar{1}\bar{0})(100)$	$45\ 44$	$45\ 12 - 45\ 36$
$(71\bar{8}0)(81\bar{7}0)$	$= \{5\bar{2}3\} \quad \{5\bar{3}\bar{2}\}$	$13\ 10$	$11\ 52 - 12\ 40 - 13\ 15$
$(71\bar{8}0)(1780)$	$= \{5\bar{2}3\} \quad \{32\bar{5}\}$	$46\ 10$	$46\ 40 - 47\ 0 - 47\ 25$

4) Neuerdings fand Mats Weibull diese Form an Krystallen von Gräsberg in Dalarna (Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1900, 22, 49; Ref. N. Jahrbuch f. Min. 1902, 1, 173).

2) Eine gute Informationsquelle für Kalkspathformen bietet: »A list of the crystal forms of calcite with their interfacial angles«, by Austin F. Rogers (reprinted from the School of mines quarterly, 22, No. 4, July 1904).

		Berechnet:	Beobachtet:
(7180)(1120)	= (523)(101)	= 23° 25'	23° 20' — 23° 45' — 23° 52'
			— 24 8
(7180)(16.4.20.3)	= (523)(13.3.7)	40 48	40 45 — 40 48
(7180)(20.4.46.3)	= (523)(13.7.3)	49 47	49 27 — 49 40
(7180)(0112)	= (523)(110)	74 43	74 35
(7180)(1102)	= (523)(101)	79 53	79 35
(7180)(1012)	= (523)(011)	63 56	63 40 — 63 55 — 64 5
			— 64 10 — 64 13
(7180)(1011)	= (523)(100)	45 46	45 42 — 45 36

Die Beobachtung am Goniometer zeigt nun, dass die Kante zwischen {110} und dem Skalenoëder nahezu parallel ist der Kante zwischen Skalenoëder und dem neuen dihexagonalen Prisma. Der Zonengleichung genügen die Werthe (8190) sehr wenig:

$$0 = (\bar{5} \times 8) + (32 \times 1) + (\bar{16} \times 0),$$

dagegen beinahe die Werthe (7180):

$$0 = (\bar{5} \times 7) + (32 \times 1) + (\bar{16} \times 0).$$

Auch aus der Zeichnung, die mit (7180) ausgeführt ist, sieht man, dass die erwähnten Kanten nahezu parallel sind.

Nach Rogers sind bisher im Ganzen drei dihexagonale Prismen am Kalkspath beobachtet worden: {10.1.11.0} = {734}, {3410} = {725} und {2130} = {514}.

Das nächstliegende {734} bildet mit dem Prisma zweiter Ordnung 25° 17', dagegen {523} (nach Naumann $\infty R\frac{4}{3}$) 23° 25'.

Nach Beendigung vorliegender Untersuchungen schickte Herr Dr Frenzel mir noch ein Tharandter Vorkommen von 1902. »In einer neuen Druse fanden sich säulenförmige Krystalle, scheinbar $\infty R. - \frac{1}{2}R$, allein das scheinbare Prisma ist ein sehr steiles R .«

Zunächst entdeckte ich ganz vereinzelt an diesem Vorkommen Krystalle, die dem Vorkommen von 1900 entsprachen: {0112} = {110}, {16.4.20.3} = {13.3.7}, {1120} = {101} und das neue dihexagonale Prisma. Letztere Form ist an einem dieser Krystalle vorzüglich ausgebildet:

	Berechnet:	Beobachtet:
(1780)(0112) = (325)(110)	= 63° 56'	64° 2'
(1780)(1120) = (325)(101)	23 25	23 40 — 23° 45'.

Die Messung des steilen Rhomboëders bot ausserordentliche Schwierigkeiten. Die Flächen dieser Form sind durchweg uneben und besonders gerundet. Man erkennt an einzelnen Individuen mit Sicherheit, dass das fragliche Rhomboëder positiv ist. Die Messung der Kante (101 \bar{x})(1011) ergibt Werthe, die von 43° 30' bis 45° 14' schwanken, also einem Winkel

von steilem Rhomboëder zur Basis von $88^{\circ}6'$ bis $89^{\circ}50'$ entsprechen. Der beinahe rechte Winkel scheint auf ein Prisma zu deuten, indessen schliesst die überall deutlich auftretende Divergenz der Kanten das Prisma aus. Ich wage nicht zu entscheiden, welches Rhomboëder vorliegt, soviel aber ist sicher, dass es weit steiler als $\{28.0.\bar{2}8.4\} = \{19.9.\bar{9}\}$ (zur Basis $87^{\circ}56'$) ist, welche Form nach Rogers das steilste bisher sicher beobachtete positive Rhomboëder darstellt. Doppelendig ausgebildete Krystalle wurden nicht beobachtet. Vergleicht man aber mit dem eben beschriebenen Verhalten der positiven Sextanten (unter dem Spaltungsrhomboëder) die benachbarten negativen Sextanten, so ergeben Messungen der Flächen $\{410\}$ zu den darunter liegenden steilen Rhomboëderflächen Werthe von: $64^{\circ}40' - 63^{\circ}40' - 63^{\circ}35' - 63^{\circ}25' - 62^{\circ}50' - 62^{\circ}40' - 62^{\circ}20' - 62^{\circ}13' - 61^{\circ}55'$. Da $\{410\}$ zum Prisma $63^{\circ}45'$ geneigt ist, so deuten die vorstehenden Zahlenwerthe theils auf ein positives, theils auf ein negatives steiles Rhomboëder. Die durch die Messungen in den positiven Sextanten angedeuteten Rhomboëder würden in den negativen Sextanten zu $\{410\}$ $65^{\circ}39'$ bis $63^{\circ}35'$ geneigt sein. An den Krystallen einer Stufe wurde die steile Rhomboëderfläche nur in negativer Stellung beobachtet. Diese Krystalle sind Umhüllungen eines kegelförmigen Kernes, säulenförmig und am Ende von $\{410\}$ begrenzt. Ich beobachtete an ihnen das neue Skalenoëder $\{16.4.\bar{2}0.3\} = \{13.\bar{3}.\bar{7}\}$, sowie das neue dihexagonale Prisma $\{7480\} = \{5\bar{2}\bar{3}\}$. Zweifellos rührt die Rundung an sämtlichen Krystallen des Fundes von 1902 von einem Oscilliren nach jenen Formen her. Ueber den Flächen des dihexagonalen Prismas nun liegt ein steiles und zwar negatives Rhomboëder, wie aus den nach oben divergirenden Combinationskanten mit dem hexagonalen Prisma hervorgeht, und wie der Winkel $(01\bar{1}x) (01\bar{1}2) = 62^{\circ}40' - 62^{\circ}35' - 62^{\circ}30'$ beweist. Die Skalenoëderflächen unter $\{100\}$ werden durch ein positives Rhomboëder mit vertieften Flächen abgestumpft, das aber offenbar erst durch Aetzung entstanden ist. Es bildet mit $\{100\}$ einen Winkel von $37^{\circ}40' - 37^{\circ}30' - 37^{\circ}40' - 38^{\circ}5'$, also etwa $\{5\bar{2}\bar{2}\}$ bis $\{17.\bar{7}.\bar{7}\}$ entsprechend, welche die Winkel $37^{\circ}40'$ bzw. $38^{\circ}44'$ verlangen würden.

Endlich wurde noch eine Stufe dieses Vorkommens untersucht, die $\{400\}$ in sehr schöner Ausbildung vorherrschend zeigt. Neben dieser Form tritt das Prisma zweiter Ordnung auf, ferner das neue sehr steile Rhomboëder $[(10\bar{1}x) (0001) = 89^{\circ}50' - 89^{\circ}45' - 89^{\circ}44']$, sowie eine über diesem liegende gerundete Fläche, die aber deutlich einen Knick in der Mitte erkennen lässt, und welche ich nach den Winkeln mit $\{400\}$ und $\{10\bar{1}\}$ (22 appr. und 36 appr.) wieder für $\{13.\bar{3}.\bar{7}\}$ (mit der Tendenz in ein Rhomboëder überzugehen) halte, sowie untergeordnet $\{5\bar{2}\bar{3}\}$.

XXVI. Dolerophanit als Hüttenproduct.

Von

J. E. Strandmark in Lund.

(Mit 3 Textfiguren.)

Vor einigen Jahren wurde dem geologisch-mineralogischen Institute in Lund durch den Director des Kupferbergwerkes Ätvidaberg in Östergötland, Dr. C. Rudelius, eine als Hüttenproduct gebildete Substanz zugesandt. Bei Ätvidaberg werden kiesige Kupfererze in grossem Maassstabe verhüttet; Cementkupfer wird auf dem mit feuerfestem Thon ausgekleideten und mit einem Gemenge von Quarz und etwas Schlacke ausgeschlagenen Herde eines Flammenofens eingeschmolzen. Auf den durch das abwechselnde Erhitzen und Erkalten in dieser Sohle entstandenen Spalten war die oben erwähnte Substanz in kleinen, braunen, ziemlich stark glänzenden Krystallen gebildet worden. Diese erwiesen sich bei einer chemischen Untersuchung als basisches Kupfersulfat von der Zusammensetzung $2CuO.SO_3$. Die Analyse gab nämlich:

CuO	65,95 %	berechnet:	66,50 %
SO_3	34,43	-	33,50
	<hr/> 100,38 %		<hr/> 100,00 %

Die Substanz wurde vor der Analyse bei $+108^{\circ}C$. getrocknet. Das Kupfer wurde aus der Lösung als Sulfid gefällt und nach Reduction im Wasserstoffstrome als Sulfür gewogen. Die Schwefelsäure wurde in einer anderen Probe auf gewöhnliche Weise bestimmt.

Beim Glühen im Gebläse entgeht der Substanz die Schwefelsäure; so wurde bei einem Versuche 66,46 % Kupferoxyd als Rest erhalten.

Ein basisches wasserfreies Kupfersulfat von derselben Zusammensetzung und — wie aus den Winkelmessungen hervorging — auch von derselben Krystallform ist von A. Scacchi als Mineral gefunden und mit dem Namen Dolerophanit belegt worden. Dasselbe war bei der Eruption des Vesuvus im October 1868 als pneumatolytisches Product entstanden und ist von

Scacchi in krystallographischer Beziehung ausführlich untersucht worden¹⁾. Von dessen physikalischen und optischen Verhältnissen meldet dieser Forscher jedoch nichts.

Die Aufstellung Scacchi's wurde von V. Goldschmidt derart geändert, dass man in dem Axenverhältnisse des Dolerophanits²⁾ eine Analogie mit dem »wahrscheinlich isomorphen« Lanarkit³⁾, dem entsprechenden Bleisulfate $2PbO \cdot SO_3$, finden könne. Die Formen der beiden Mineralien liessen sich jedoch nicht zur Uebereinstimmung bringen, und Goldschmidt hat daher auch später dem Dolerophanit eine selbständige, natürlichere Aufstellung gegeben⁴⁾.

Die Dolerophanitkrystalle von Ätvidaberg sassen, wie oben erwähnt, an den Spaltwänden des Ofenherdes; ausserdem war auch zwischen den Quarzkörnern unreines derbes Material ausgebildet. Die Krystalle, deren Grösse in der Richtung der grössten Ausdehnung nur 2—3 mm beträgt, sind meistens sehr unvollständig entwickelt, so dass an jedem Individuum nur einige Flächen zu beobachten sind. Im allgemeinen Habitus stimmen sie mit den von Scacchi beschriebenen gut überein und haben wie diese eine flächenreiche Hauptzone längs der Symmetrieaxe des monoklinen Systems.

Die Winkelmessungen haben ein nicht besonders gutes Resultat geliefert; die Flächen gaben im Allgemeinen eine Mehrzahl von Reflexen. Infolgedessen ist, wie auch aus den Controlwinkeln hervorgeht, dem berechneten Axenverhältnisse eine grössere Genauigkeit nicht zuzuschreiben. Da aber dieses Axenverhältniss von dem Scacchi'schen nicht unbeträchtlich abweicht und dieser Forscher gar keine Controle über seine Messungen mittheilt, wird dasselbe hier des Vergleiches wegen angeführt. Die Aufstellung ist die von Goldschmidt zuletzt vorgeschlagene, die Flächenbezeichnungen sind aber die von Scacchi eingeführten.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,323:1:1,203; \beta = 108^{\circ}34'.$$

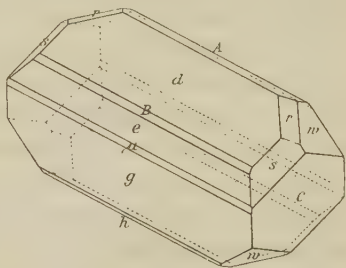
$$(a:b:c = 1,3042:1:1,2100; \\ \beta = 108^{\circ}14' \text{ nach Scacchi}).$$

Folgende Formen sind beobachtet:

$$g = \{100\}, C = \{010\}, d = \{001\}, \mu = \{704\}, e = \{101\}, B = \{103\}, A = \{\bar{1}01\}, \\ h = \{\bar{1}\bar{1}.0.3\}, s = \{011\}, \omega = \{\bar{1}11\} \text{ und} \\ r = \{\bar{1}12\}.$$

S. beistehende Figur, welche mit einer stärkeren Drehung als

Fig. 1.



1) Atti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli 1873.

2) Krystallformen der Mineralien 1886.

3) Krystallformen der Mineralien 1890.

4) Krystallographische Winkeltabellen 1897.

gewöhnlich gezeichnet ist, um die Flächen besser hervortreten zu lassen. Neu sind das Orthodoma $\mu = \{701\}$ und die Hemipyramide $\omega = \{\bar{1}11\}$.

	Gemessen:	Berechnet:	Nach Scacchi:
$d : g = (001) : (100)$	$= 71^{\circ}29'$	—	$71^{\circ}45'$
$d : \mu = (001) : (701)$	63 30	$63^{\circ}25'$	—
$d : e = (001) : (101)$	34 2	33 47	34 49
$d : B = (001) : (103)$	45 37	44 42	44 59
$d : A = (001) : (\bar{1}01)$	50 28	—	51 9
$d : h = (001) : (\bar{1}\bar{1}.0.3)$	90 38	91 3	91 9
$d : s = (001) : (011)$	48 45	—	—
$g : \omega = (100) : (\bar{1}11)$	111 44	111 45	—
$A : s = (\bar{1}01) : (011)$	64 50	65 41	65 44
$A : r = (\bar{1}01) : (\bar{1}12)$	37 36	38 7	38 46

Die hier als gemessene angegebenen Winkel sind die Mittelwerthe von Beobachtungen an sechs verschiedenen Krystallen.

Die ganze Reihe der am Dolerophanit beobachteten Formen wird somit:

$g = \{100\}$	$t = \{110\}$	$e = \{101\}$	$q = \{112\}$	$n = \{233\}$
$C = \{010\}$	$s = \{011\}$	$B = \{103\}$	$\omega = \{\bar{1}11\}$	$\tau(?) = \{\bar{1}\bar{1}.8.3\}$
$d = \{001\}$	$\mu = \{701\}$	$A = \{\bar{1}01\}$	$p = \{\bar{1}14\}$	$m(?) = \{\bar{7}69\}$
	$f = \{301\}$	$h = \{\bar{1}\bar{1}.0.3\}$	$r = \{\bar{1}12\}$	

Die zwei zuletzt aufgezählten Pyramiden werden von Goldschmidt als fraglich betrachtet. An den von Scacchi beschriebenen Krystallen scheinen — nach der Figur zu schliessen — die Formen B , d und A vorwaltend zu sein. An den künstlichen Krystallen von Åtvidaberg sind in der Hauptzone g , e , d und A im Allgemeinen mit grösseren Flächen ausgebildet, während die anderen Formen der nämlichen Zone als Kantenabstumpfung, und zuweilen als sehr schmale, auftreten. Die Zahl der terminalen Formen ist an diesen Krystallen viel geringer als an jenen.

Die Kenntniss des Dolerophanit konnte durch eine Untersuchung über die physikalischen Eigenschaften erweitert werden, welche Untersuchung jedoch in Bezug auf die Stärke der Lichtbrechung und die Grösse des specifischen Gewichtes unvollständig bleiben musste. Erstens ist nämlich die Lichtbrechung höher als diejenige der Flüssigkeiten, welche bei der Messung mit Totalreflectometer benutzt werden, zweitens gestattet die Grösse des specifischen Gewichtes eine Verwendung der Schwebemethode, und die Schwierigkeit, eine ausreichende Menge reines Material zu isoliren, eine Verwendung der Pyknometermethode nicht.

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach $\{001\}$. Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene, und die geneigte Dispersion ist sehr deutlich. Eine Mittellinie steht fast senkrecht zu $\{001\}$, und durch diese Fläche gemessen ist der Axenwinkel in Glas ca. 85° ; $q > v$. Der Pleochroismus der Spalt-

platten parallel der Basis sehr deutlich, und zwar ist die Körperfarbe für Schwingungen

parallel der b -Axe dunkel orangegelb bis rothbraun,
in der Symmetrieebene citronengelb bis dunkel braungelb,

je nach der kleineren oder grösseren Dicke der Platte.

Um auf die erwähnte Isomorphiefrage zurückzukommen, kann jetzt constatirt werden, dass eine Isomorphie, wie sie Goldschmidt 1886—1890 gemeint hat, nicht möglich ist, denn wenn die betreffenden Mineralien überhaupt isomorph sind, so müssen doch die Flächen der vollkommenen Spaltbarkeit (bei Lanarkit ¹⁾ die Fläche c und bei Dolerophanit die Fläche d) einander entsprechen. Dies ist aber nach der oben erwähnten Analogisirung nicht der Fall. Nach dieser ist nämlich für Lanarkit:

$$\begin{aligned} a &= \{100\}; & a : \mu &= 180^\circ - \beta = 60^\circ 37' \\ \mu &= \{001\}; & \mu : c &= &= 27^\circ 35' \\ C &= \{\bar{1}02\}; \end{aligned}$$

und für Dolerophanit:

$$\begin{aligned} g &= \{100\}; & g : A &= 180^\circ - \beta = 57^\circ 6' \text{ nach Seacchi} \\ A &= \{001\}; & A : d &= &= 54^\circ 9' - - - \\ d &= \{\bar{1}01\}; \end{aligned}$$

Die Spaltflächen liegen somit bei beiden Mineralien im hinteren Winkel β , erhalten aber verschiedene Symbole und können infolgedessen einander nicht entsprechen. Darum kann die gesuchte Isomorphie sich nicht auf diese Weise ergeben.

Besser wäre dann vielleicht für Dolerophanit die spätere Aufstellung Goldschmidt's, die auch hier im Vorigen benutzt worden ist, zu adoptiren und für Lanarkit eine ihr entsprechende zu suchen. Eine solche er giebt sich auch auf folgende Weise.

Fig. 2.
Dolerophanit.

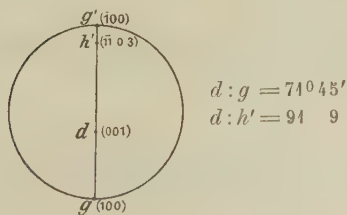
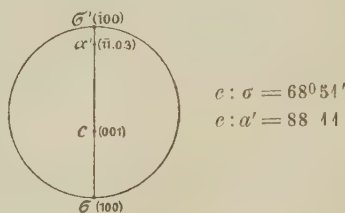


Fig. 3.
Lanarkit.



1) Hier und im Folgenden sind für Lanarkit die Constanten und Flächenbezeichnungen von Schrauf benutzt worden: A. Schrauf, Die krystallographischen Constanten des Lanarkit, diese Zeitschr. 1877, 1, 34.

Bei dieser Transformation sind für Lanarkit die neuen Indices $\{stu\}$ ($t = 0$) der Formen der Symmetriezone aus den Schrauf'schen Indices $\{hkl\}$ ($k = 0$) durch folgende Formel zu finden:

$$s : u = -2h : 3(2h + 3l).$$

Somit werden für:

σ	$\{hkl\} = \{30\bar{2}\}$	$\{sut\} = \{400\}$
c	$= \{001\}$	$\{004\}$
a	$= \{100\}$	$\{11.0.3\}$
u	$= \{103\}$	$\{203\}$
π	$= \{131\}$	$\{22.t.15\}$
s	$= \{1.10.5\}$	$\{22.t.54\}$

Diese Aufstellung, die für Dolerophanit eine ganz natürliche ist, wird für Lanarkit eine auf's Aeusserste geschraubte und kann für letzteren nicht adoptirt werden.

Es können also die beiden Mineralien Dolerophanit und Lanarkit als wahrscheinlich mit einander nicht isomorph betrachtet werden; die behauptete Isomorphie beschränkt sich somit auf eine zufällige Aehnlichkeit der Winkel, eine Aehnlichkeit, für welche — des grossen Flächenreichthums des Dolerophanits zufolge — eine ziemliche Wahrscheinlichkeit vorhanden sein muss. Diese Deutung wird auch durch die Verschiedenheit der optischen Eigenschaften der betreffenden Mineralien bestätigt. Bei Dolerophanit steht eine Mittellinie fast senkrecht zur Fläche der vollkommenen Spaltbarkeit, bei Lanarkit ist die Lage der Mittellinien eine andere¹⁾.

Wenn also die krystallographischen und physikalischen Verhältnisse des Dolerophanits und des Lanarkits dafür sprechen, dass eine Isomorphie hier nicht existirt, so ist dieses als etwas Eigenthümliches nicht zu betrachten; die Verbindungen von zweiwerthigem Kupfer und Blei sind ja auch sonst mit einander nicht isomorph. In den von Arzruni²⁾ aufgestellten »isomorphen Reihen der Elemente« kommen $\overset{II}{Cu}$ und $\overset{II}{Pb}$ nicht in den gleichen Reihen vor. $\overset{II}{Pb}$ gehört der Reihe: Ca, Sr, Ba, Pb und $\overset{II}{Cu}$ der Reihe: $Mg, Mn, Fe, Ni, Co, Zn, Cu$ etc. an.

Jedenfalls ist jedoch für die schliessliche Entscheidung der Frage eine genauere Kenntniss der Formenreihe des Lanarkits erforderlich.

1) Jannettaz, Note sur un Sulfate bibasique de plomb de l'Ariège.

2) Beziehungen zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung. Braunschweig 1893. In der »Theoretischen Chemie« von Nernst, dritte Aufl., S. 179.

XXVII. Leonit aus Leopoldshall.

Von

J. E. Strandmark in Lund.

(Mit 4 Textfigur.)

Von Herrn Zeiske in Kissingen wurden der Mineralogischen Staatssammlung in München Krystalle eines Salzes übergeben, welche in Leopoldshall auf Schacht I, II, 15. Et. in 430 m Tiefe vorgekommen waren, und diese untersuchte ich während eines Aufenthaltes im mineralogischen Institute in München im Sommer 1901.

Das Material bestand theils aus einigen grösseren Stufen, die hier und da eine schlechte Krystallfläche zeigten, theils aus drei besser ausgebildeten Krystallindividuen. Dieselben waren ganz wasserhell, nur an einzelnen Partien des schlechteren Materials ein wenig ins Graue hinüberspielend.

Für die chemische Analyse wurden zunächst einige ganz helle Stücker aus dem krystallographisch nicht begrenzten Materiale ausgewählt. Diese gaben Reaction auf H_2SO_4 , HCl , MgO und K_2O . Der Gehalt an Chlorwasserstoffsäure erwies sich jedoch als sehr wechselnd; so wurde derselbe für verschiedene Partien von etwa 0,5% bis über 7% Chlor gefunden. Das Chlor muss somit als Bestandtheil einer verunreinigenden Substanz vorhanden gewesen sein. Um die richtige Zusammensetzung zu erhalten, musste dann ein schon gemessener, ganz wasserheller Krystall für die Analyse geopfert werden. Dabei ergab sich folgendes Resultat:

<i>Mg</i>	6,26 %
<i>K</i>	21,53
<i>SO₄</i>	52,50
<i>Cl</i>	0,24
<i>H₂O</i>	19,57

Wenn das hier vorhandene Chlor — an Kalium gebunden — als Verunreinigung betrachtet wird, kann das Analysenresultat auch folgendermassen

ausgedrückt werden (die nach der Formel $K_2O.MgO.2SO_3 + 4H_2O$ berechneten Werthe sind rechts angegeben):

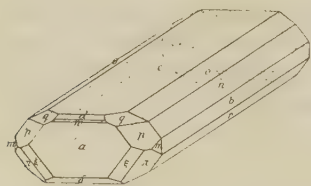
	Gefunden:	Berechnet:
MgO	40,37%	44,04%
K_2O	25,62	25,68
SO_3	43,76	43,68
H_2O	49,57	49,63
KCl	0,50	—
	99,82	100,00

Das Molekularverhältniss ergibt sich alsdann:

$$MgO : K_2O : SO_3 : H_2O = 0,257 : 0,272 : 0,546 : 4,087 = 1 : 1 : 2 : 4.$$

Das betreffende Mineral muss somit nach der obigen Formel zusammengesetzt sein. Es liegt dann hier Leonit oder Kaliumblödit vor. Dieses Mineral ist schon früher bei Westeregeln und Leopoldshall angetroffen worden. Die Krystalle des letzteren Fundortes sind von C. A. Tenne¹⁾ ausführlich untersucht und beschrieben worden; sie sind jedoch ihrer geringen Grösse wegen nicht analysirt worden, sondern die von Tenne mitgetheilte Analyse bezieht sich auf grössere, schlechter entwickelte Krystalle, die durch Chlorkalium stark (bis 40%) verunreinigt waren.

Obwohl die Zusammensetzung des Leonits mit derjenigen des Blödits, der entsprechenden Natriumverbindung $Na_2O.MgO.2SO_3 + 4H_2O$, ganz analog ist, so sind doch, wie Tenne nachgewiesen hat, die beiden Salze in krystallographischer Beziehung sehr verschieden. Er sagt nämlich: »Von dem Blödit weicht der Leonit im allgemeinen Habitus sowohl wie in den Winkelverhältnissen wesentlich ab; wir haben hier tafelförmige, dort kurzprismatische Gebilde, hier in der Zone der Orthodiagonale nahe an 90° liegende, dort recht schiefe Winkel ($\beta = 79^\circ 24'$, $OP : 2\bar{P}\infty = 129^\circ 54'$)«. Da eine Isomorphie hier vielleicht erwartet sein konnte, muss eine krystallographische Untersuchung analysirter und als Leonit unzweifelhaft nachgewiesener Krystalle als Bestätigung der Tenne'schen Resultate von Interesse sein, und es folgt deshalb hier ein Bericht über meine Beobachtungen.



Die Krystalle sind, wie die beistehende Figur zeigt, nach der a -Axe verlängert und haben einen dicktafeligen Habitus, indem die basische Endfläche $c\{001\}$ als Träger der Combination auftritt. Ziemlich gross ausgebildet sind auch die zwei Längsdomen $n\{041\}$, $o\{043\}$, die Symmetrieebene

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1896, 48, 632. Ref. diese Zeitschr. 30, 654.

$b\{010\}$, das Querspinakoid $a\{100\}$ und die zwei primären Hemipyramiden $p\{111\}$, $\pi\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Die anderen Flächen sind klein, geben jedoch meistens recht gute Reflexe. Der grösste der von mir untersuchten Krystalle misst etwa 15 mm in der Richtung der a -Axe. Spaltbarkeit ist nicht vorhanden, der Bruch ist im Gegentheil ganz muschlig. Die von Tenne angegebenen Flächen sind alle an den drei von mir untersuchten Krystallen vorhanden und ausserdem drei neue Formen, nämlich das Querdome $w\{101\}$, die Symmetrieebene $b\{010\}$ und die Hemipyramide $\xi\{\bar{2}11\}$. Sämmtliche bis jetzt am Leonit bekannten Formen sind somit:

$$\begin{array}{llllll} a = \{100\} & n = \{011\} & d = \{102\} & p = \{111\} & \xi = \{\bar{2}11\} \\ b = \{010\} & o = \{013\} & \delta = \{\bar{1}02\} & \pi = \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\} \\ c = \{001\} & w = \{101\} & m = \{120\} & q = \{113\} \end{array}$$

Die Aufstellung und die Bezeichnungen von Tenne sind auch hier im Folgenden benutzt, nur habe ich nach dem gewöhnlichen Gebrauche die Fläche $\{100\}$ mit a anstatt mit b , die Hemipyramide p' mit π und das Hemidome d' mit δ bezeichnet. Mit dem Buchstaben b ist hier dagegen die Symmetrieebene bezeichnet. Die Indices der neuen Hemipyramide $\xi = \{\bar{2}11\}$ ergeben sich aus ihren Lagen in den zwei Zonen $op = [013, 111]$ und $a\pi = [100, \bar{1}\bar{1}\bar{1}]$. In nachstehender Winkeltabelle sind für die in der ersten Reihe angegebenen Winkel in der zweiten Reihe die aus den Fundamentalconstanten von Tenne berechneten und in der dritten die gefundenen Werthe eingetragen. Die vierte Reihe giebt die Anzahl der einzelnen Messungen, von denen der gefundene Werth das Mittel ist, an.

Winkel:	n. Tenne:	Gefunden:	Zahl der Messungen:
$c : a = (001) : (100)$	$= 84^{\circ} 50'$	$84^{\circ} 47'$	4
$c : w = (001) : (101)$	46 55	46 52	4
$c : d = (001) : (102)$	29 49	29 49	4
$c : \delta = (001) : (\bar{1}02)$	32 4	32 20	4
$c : p = (001) : (111)$	57 4	56 57	4
$c : \pi = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	62 22	62 26	4
$c : q = (001) : (113)$	28 47	28 47	4
$c : o = (001) : (013)$	22 46	22 44	4
$c : n = (001) : (011)$	50 54	50 53	7
$c : m = (001) : (120)$	87 45	87 40	4
$a : m = (100) : (120)$	64 44	64 46	4
$a : p = (100) : (111)$	54 3	50 59	4
$a : n = (100) : (011)$	86 44	86 44	4
$a : q = (100) : (113)$	65 42	65 34	4
$a : o = (100) : (013)$	85 43	85 5	4
$a : \pi = (100) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	55 44	55 45	2
$a : \xi = (100) : (\bar{2}11)$	34 40	34 44	4

Die von mir gefundenen Winkel stimmen mit den von Tenne angegebenen recht gut überein, und somit muss jeder Zweifel über die Krystallform des Leonits beseitigt sein.

Ein mit diesem Minerale unzweifelhaft isomorphes Salz ist die entsprechende Kali-Manganoxydulverbindung $K_2O.MnO.2SO_3.4H_2O$, deren krystallographische Constanten nach den Messungen von Marignac¹⁾ die folgenden sind:

$$a : b : c = 1,0324 : 1 : 1,2485; \beta = 95^\circ 0'.$$

Axenverhältniss und Winkel β des Leonits sind nach Tenne:

$$a : b : c = 1,0382 : 1 : 1,2335; \beta = 94^\circ 50'.$$

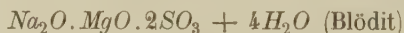
Die für das Kali-Manganoxydulsalz von Rammelsberg¹⁾ benutzte Aufstellung ist hier des Isomorphismus wegen insofern geändert worden, als seine Axen a und c vertauscht sind. Auch im allgemeinen Habitus und der Flächenausbildung kommt der Isomorphismus deutlich zum Vorschein. Das Mangansalz ist wie der Leonit ausgeprägt tafelig nach der basischen Endfläche $\{001\}$. Die bei dem ersteren vorkommenden Flächen sind (nach der geänderten Aufstellung):

$\{100\}$	$\{011\}$	$\{102\}$	$\{111\}$	$\{113\}$
$\{010\}$	$\{012\}$	$\{102\}$	$\{111\}$	
$\{001\}$	$\{013\}$	$\{120\}$	$\{113\}$	

Flächen also, die fast alle auch bei dem Leonit beobachtet sind.

Das Manganoxydulsalz wird von Marignac als wenig spaltbar nach $\{100\}$ und von Schabus nach $\{001\}$ angegeben. Jedenfalls stimmt es also auch in dem Mangel an deutlicher Spaltbarkeit mit dem Leonit überein.

Die Natronsalze von analoger Zusammensetzung wie z. B.



sind unter sich, aber — wie oben erwähnt — nicht mit den entsprechenden Kalisalzen isomorph.

Der Leonit ist auch auf künstlichem Wege hergestellt worden, so von J. K. van der Heide²⁾, welcher denselben erhielt, als er eine Lösung der beiden Sulfate bei $+100^\circ$ C. krystallisiren liess. Bei einer Temperatur, die unter $+92^\circ$ C. liegt³⁾, krystallisirt aus wässriger Lösung

1) Rammelsberg, Handbuch der kryst.-phys. Chemie. Leipzig 1884.

2) Berichte d. d. chem. Ges. 1893, **26**, 444.

3) J. H. van't Hoff, Vorlesungen über Bildung und Spaltung von Doppelsalzen. Deutsch bearbeitet von Theodor Paul. Leipzig 1897.

anstatt des Leonits das Doppelsulfat mit sechs Molekülen Krystallwasser, der sogenannte Pikromerit.

Etwa bei $+100^{\circ}\text{C}$. habe ich bis 20 mm lange Leonitkrystalle erhalten. Sie hatten den gleichen allgemeinen Habitus wie die natürlichen, waren jedoch ungemein häufig als Durchwachsungszwillinge nach der Basis ausgebildet, was bei den natürlichen nicht beobachtet worden ist. Bei den Messungen wurde an jenen das Vorhandensein von folgenden Flächen constatirt: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{120\}$, $\{111\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$.

Die erwähnte Zwillingsbildung ist von Interesse, weil sie zwar bei dem Kali-Manganoxydulsalze, nicht aber bei den entsprechenden Natronsalzen vorkommt und somit eine weitere Bestätigung zu dem giebt, was oben über die Isomorphieverhältnisse der fraglichen Salze gesagt worden ist.

XXVIII. Ueber Zwillingsbildung von Krystallmassen und von Molekülen.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Hierzu Taf. XV und 34 Textfiguren.)

Mallard und seine Schule gehen von der Ansicht aus, dass die höher symmetrischen Krystallsysteme durch zwillingsartige Verwachsung mehr oder weniger gleich grosser Krystallmassen von der Symmetrie des triklinen Systems zu Stande kommen, dass sie eine »isomorphe Mischung gleicher Raumgitter von verschiedener Lage« darstellen; die sogen. anomalen Erscheinungen, d. h. diejenigen, welche mit der höheren Symmetrie der Umgrenzung nicht übereinstimmen, sollen durch das Vorherrschen der einen oder anderen Orientirung veranlasst werden. Meine früheren Untersuchungen führten dagegen zu dem Resultate, dass schon die Moleküle sich zu zwillingsartigen Gruppen vereinigen, die im Gegensatze zu der Mallard'schen Auffassung bei dem gleichen Minerale von unveränderlicher Grösse sind, und deren Bau genau die Symmetrie des höheren Systems besitzt; die Molekularanordnung der höheren Systeme ist hier-nach als eine gegenseitige feste Anpassung gleicher Raumgitter von an sich niederer Symmetrie und verschiedener Orientirung zu einem Raumgitter höherer Ordnung aufzufassen; die homogenen Krystalle entsprechen aber nur den jedesmaligen niedersten Klassen des betreffenden Systems, die höheren Klassen derselben entstehen durch die Bildung von Ergänzungszwillingen aus grösseren oder kleineren Individuen. Die sogenannten anomalen Erscheinungen stehen zum Theil mit der Symmetrie der betreffenden niederen Klassen im Einklange, zum Theil aber sind sie als Störungen aufzufassen, welche in den Grenzflächen der Ergänzungszwillinge ihren Ursprung haben.

1. Rhombisches System.

a) Baryt.

Als derartige Störungen, die mit der Heterogenität der Massen in Verbindung stehen, habe ich früher¹⁾ beim Baryt die von mir beschriebenen Zwillinge nach den vicinalen Flächen (2.1.128) und nach (0.300.1) bezeichnet. Diese beiden Zwillingsgesetze sind nicht völlig unabhängig von einander. Die als Zwillingsebene auftretende, zu (001) vicinale Pyramide (2.1.128) bildet mit dem seitlichen Pinakoid (010) einen Winkel von $90^\circ \pm 22'$, während das zu (010) vicinale Brachydoma (0.300.1) mit (010) einen Winkel von $44'$ bildet. Sind die beiden Abweichungen von denjenigen Winkelwerthen, bei welchen die Zwillingsgrenzen Flächen mit einfachen Indices darstellen würden, nämlich (001) und (010), auch nicht ganz gleich, so liegt deren Differenz von $8'$ doch nicht weit ausserhalb der Beobachtungsfehler, und man darf deshalb den Schluss ziehen, dass eine mittlere Abweichung von $48'$ in der Zone (010):(001) für die beiden Zwillingungsverwachsungen charakteristisch sei. Die Neigung der vicinalen Fläche (0.300.1) zu der Fläche (100) ist $90^\circ \pm 4^\circ 25'$. Die Abweichung $4^\circ 25'$ wäre dann charakteristisch für die Zone (001):(100).

Sollen die erwähnten Zwillingsebenen Flächen mit einfachen Indices darstellen, so muss die Neigung (001):(100) des betreffenden einfachen Krystalles $90^\circ \pm 4^\circ 25'$ sein, und die Neigung (001):(010) = $90^\circ \pm 48'$.

Ein derartiger Krystall wäre aber als triklin zu bezeichnen, während im Allgemeinen die Beobachtungen am Baryt, vor allem die so empfindlichen optischen Erscheinungen, für das rhombische System sprechen.

Frühere Untersuchungen²⁾ führten zu dem Resultate, dass die Moleküle des Baryts nach zwei Raumgittern mit rechtwinkligen Maschen angeordnet seien, welche derart ineinander gestellt sind, dass die Knotenpunkte des einen Gitters jedesmal im Schwerpunkte des rechtwinkligen Parallelepipeds des anderen liegen. Die in den Knotenpunkten der beiden Gitter gedachten Moleküle wurden damals als alle parallel orientirt angenommen, und zwar sollten die den Schnittlinien der drei Pinakoidflächen entsprechenden Richtungen auch schon bei den einzelnen Molekülen genau senkrecht auf einander stehen. Spätere Untersuchungen³⁾ lehrten, dass durch gegenseitige Anpassung verschieden orientirter elementarer Raumgitter ein zusammengesetztes Gitter von der Symmetrie eines höheren Systems zu Stande komme. Das zusammengesetzte Raumgitter entspricht der Symmetrie der Molekulargruppe (bezügl. der holoëdrischen Klasse des betreffenden

1) Diese Zeitschr. **27**, 583.

2) Ebenda 1897, **30**, 59.

3) Ebenda 1898, **30**, 324 und 1904, **34**, 569 u. f.

Systems), das frei gedachte Elementargitter der Symmetrie des einfachen Moleküls. In den Knotenpunkten des zusammengesetzten Gitters müssen die einfachen Moleküle in gesetzmässiger Weise abwechselnd, bald der Orientierung des einen, bald der des anderen elementaren Gitters folgen¹⁾. Es können somit auch Moleküle von triklinem Charakter ein rhombisches Gitter aufbauen. Wären derartige Moleküle alle einander parallel angeordnet, dann hätte auch das entsprechende elementare Raumgitter nur triklinen Symmetrie, und zwar müsste im vorliegenden Falle der Axenwinkel α ungefähr $90^\circ \pm 18'$, der Axenwinkel β ungefähr $90^\circ \pm 1^\circ 25'$ betragen.

Eine Abweichung des Winkels γ von 90° lässt sich beim Baryt nicht nachweisen, denn die Zwillingsgrenze der nach (0.300.4) verwachsenen Individuen verläuft auf (001) genau parallel der brachydiagonalen Axe a . Sie ist deshalb auf (001) mit Hilfe des polarisirten Lichtes nicht nachweisbar; die Auslöschung rechts und links der Zwillingsgrenze erfolgt genau gleichzeitig: ein empfindliches Gypsplättchen Roth 4. Ordnung lässt auf (004) keinen Farbenunterschied erkennen.

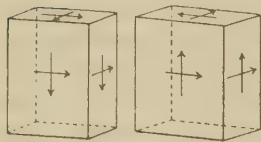
Das Axenverhältniss des elementaren Gitters (mit parallel gestellten Molekülen) wäre also beim Baryt

$$\alpha = 90^\circ \pm 18', \quad \beta = 90^\circ \pm 1^\circ 25', \quad \gamma = 90^\circ \pm 0';$$

$$a : b : c = 0,8446 : 4 : 1,3419.$$

Aus zwei derartigen triklinen Gittern entsteht ein zusammengesetztes Gitter von genau rhombischer Symmetrie dadurch, dass alle Moleküle des einen gegen die des anderen entweder um die Kante (100):(010) oder um die Normale zu (004) gedreht erscheinen (vergl. Fig. 4). Der Kürze wegen soll im Nachfolgenden immer nur die letztere Annahme gemacht werden.

Fig. 4.



Je zwei benachbarte Moleküle können dann in ähnlicher Weise wie früher²⁾ beim Quarz als ein engerer Verband, als ein Molekularzwilling oder als eine Molekulargruppe betrachtet werden.

Unter der letzteren Voraussetzung, dass die Normale zu (001) Zwillingsaxe der zweigliederigen Gruppe sei, liegen nur die Flächen (004) bei beiden Molekülen genau parallel, während die Flächen (100) und (010) gegen einander geneigt sind.

Ausser der genannten Zwillingsaxe hat die Gruppe keine anderen wirklichen Zwillingselemente. Die Normalen zu (100) und (010) können dagegen geometrisch als »annähernde« Zwillingselemente gelten.

1) Vergl. diese Zeitschr. 1904, **34**, 573.

2) Diese Zeitschr. **34**, 577.

Als Kriterium eines homogenen Körpers habe ich den Satz aufgestellt: »Schreitet man innerhalb eines Krystalles auf irgend einer geraden Linie fort, so müssen sich auf derselben alle Verhältnisse periodisch wiederholen, so lange die Homogenitätsgrenze nicht überschritten wird.« Auch C. Viola hat sich später dieser Definition angeschlossen¹⁾. Baut sich also eine Masse aus der eben definirten zweigliederigen Gruppe derart auf, dass diese sich in paralleler Stellung in bestimmten Abständen regelmässig wiederholt, so ist sie als eine homogene zu bezeichnen. Die gegenseitige Einwirkung je zweier benachbarter Moleküle bewirkt in diesem Falle, dass die beiden sich durchdringenden triklinen Gitter, der Symmetrie der Gruppe entsprechend, genau monokline Werthe annehmen, und zwar wird in diesem speciellen Falle die Neigung der Klinodiagonale gleich dem Winkel γ , d. h. gleich 90° . Das Raumgitter hat also in diesem Falle genau rhombisch-holoëdrische Symmetrie, während die homogene Masse keine anderen Symmetrieelemente besitzen kann, als das Zwillingselement der Gruppe.

Während also nur die wirklichen Zwillingselemente der Gruppe Symmetrieelemente der homogenen Masse werden, können auch annähernde Zwillingselemente der Gruppe Symmetrieelemente des Raumgitters werden.

Die Eigenschaften eines Krystalles hängen zum Theil nur von der Symmetrie des Raumgitters ab; hierher gehören die geometrische Symmetrie der äusseren Umgrenzung, wenn von vicinalen Flächen abgesehen wird, und die optische Symmetrie der homogenen Krystalle. Es ist mir beim Baryt auch in keinem Falle gelungen, weder im parallelen, noch im convergenten Lichte etwa eine Abweichung des optischen Verhaltens von der rhombischen Symmetrie zu erkennen.

Die pyroelektrischen Erregungen, sowie die Aetzfiguren hängen dagegen nicht nur von dem Raumgitter, sondern auch von der Symmetrie der in den Knotenpunkten des Raumgitters zu denkenden Massenpunkte ab. Seitdem Poisson erkannt hatte²⁾, dass seine ältere Fernwirkungstheorie der Elasticität, welche von der Voraussetzung ausging, dass die gegenseitige Einwirkung der Moleküle nur von der relativen Entfernung abhängt, zu Resultaten führe, die der Beobachtung widersprechen, und dass sie durch eine andere Theorie ersetzt werden müsse, nach welcher diese Fernwirkung auch von der Richtung abhängt, war auch die Annahme nicht mehr haltbar, dass die möglichen Krystallstructuren mit den möglichen regelmässigen Punktsystemen identisch seien. Es müssen vielmehr regelmässige Punktsysteme möglich sein, welche keiner möglichen Krystallstruktur entsprechen, und vielleicht auch Krystallstructuren, deren Eigenschaften durch

1) Vergl. diese Zeitschr. 4899, **31**, 104.

2) Ebenda **36**, 207.

kein regelmässiges Punktsystem darstellbar sind. Die möglichen Krystallstructuren sind die möglichen Gleichgewichtslagen von Molekülen, welche nach verschiedenen Richtungen verschiedene Wirkungen ausüben.

Vor der Ableitung der möglichen Structurarten der Krystalle auf Grund dieses Satzes war der Versuch geboten, über die der molekularen Fernwirkung zu Grunde liegenden Kräfte näheren Aufschluss zu erhalten. In meiner Mittheilung über »die Mineralien der Aragonitgruppe«¹⁾ sprach ich (1888) die Ansicht aus, dass »die bei der Krystallbildung jedenfalls auftretenden elektrischen Vertheilungen von Einfluss« seien. Die darauf folgenden Untersuchungen »zur Symmetrie der Krystalle (1 bis 40)« führten zu dem Resultate, dass ausser den elektrostatischen Kräften auch elektrodynamische in Betracht zu ziehen, und dass diese auf die Bewegungen der Atome zurückzuführen seien.

Die beiden einfachen Moleküle der zweigliederigen Gruppe des Baryts müssen, wie erwähnt, als triklin betrachtet werden. Die beiden innerhalb eines jeden der drei Pinakoide (004), (010), (100) eines triklinen Krystalles liegenden krystallographischen Axenrichtungen haben auf je zwei gegenüberliegenden Flächen gleiche, aber entgegengesetzt gerichtete Eigenschaften. Auf jeder der drei genannten Flächenpaare eines triklinen Krystalles unterscheiden wir daher zwei tangentiale enantiopolare Richtungen, welche bei der Fig. 4 durch Pfeilrichtungen angedeutet sein mögen. Ist der triklone Krystall acentrisch, so besitzt er ausserdem eine polare Richtung, welche sich in drei zu den Axenebenen senkrechte Componenten zerlegen lässt²⁾.

Von diesen tangentialen (enantiopolaren) und normalen (polaren) Richtungen compensiren sich bei der vorhin beschriebenen Structur des Baryts alle bis auf die der verticalen (c -)Axe parallel gehende Polarität und die in den Flächen der beiden Zonen (100) : (004) und (010) : (004) zum Ausdruck kommende Enantiopolarität der Axen a und b . Der Gesamtcharakter der homogenen Masse des Baryts entspricht also der monoklin hemimorphen (sphenoidischen) Symmetrieklasse mit einer Neigung der Klinodiagonalen von 90° .

Wenn wir die Annahme machen, die enantiopolaren Richtungen seien die Folgen von elektrischen Molekularströmen, welche den drei Pinakoidflächen parallel laufen, dann stellen die Normalen zu den drei Pinakoidflächen magnetische Krafrichtungen dar, und zwar müssen in der Richtung der Zwillingsaxe der zweigliederigen Gruppe die magnetischen Wirkungen der beiden einzelnen Moleküle sich addiren. In den beiden Richtungen der Normalen zu (100) und (010) dagegen compensiren sich die beiden Moleküle zum Theil; die Compensation wäre in diesen Richtungen eine voll-

1) Diese Zeitschr. **14**, 385.

2) Ebenda 1897, **28**, 94.

ständige, wenn die drei Pinakoide genau senkrecht zu einander ständen. Da dies nicht der Fall, so fällt in die Richtung der Normalen zu (400) bzw. (010) des einen Moleküls jedesmal nur eine Componente der entgegengesetzt gerichteten magnetischen Kraftrichtungen des anderen Moleküls.

Zwei derartig homogene Barytmassen treten nun ihrerseits wieder nach verschiedenen Gesetzen in Zwillingstellung. Als Ergänzungszwillinge bezeichnen wir nach Haidinger solche Zwillinge, bei welchen die krystallographischen Axen der Individuen unter einander parallel, aber zum Theil entgegengesetzt gerichtet sind. Bei der bis zu einem gewissen Grade als starr zu betrachtenden zweigliederigen Barytgruppe sind 1) die Normalen zu (004), 2) die Kanten (004) : (100), 3) die Kanten (004) : (010) der beiden Moleküle einander parallel; die erste Richtung entspricht der verticalen, die zweite der makrodiagonalen, die dritte der brachydiagonalen Axe des rhombischen Gitters, also auch der entsprechenden krystallographischen Axe. Sobald also eine dieser drei Richtungen Zwillingaxe wird, dann entstehen Ergänzungszwillinge. Die Normalen zu (400), zu (010), sowie die Kante (010) : (100) stehen dagegen bei den beiden Molekülen der quasi starren Gruppen schief zu einander und auch nicht parallel oder senkrecht zu den Axen des Gitters. Sobald also eine dieser zuletzt genannten Richtungen eines der beiden Moleküle Zwillingaxe wird, dann entstehen Zwillinge, bei welchen die entsprechenden krystallographischen Axen der Individuen gegen einander geneigt sind. Ist diese Neigung nur eine geringe, so mögen die Zwillinge nach Tschermak als Vicinalzwillinge bezeichnet werden. Beim Baryt ist die Normale zu (010) eines der beiden Moleküle Zwillingaxe für die als Zwillinge nach (0.300.1) bezeichneten Gebilde und die Kante (010) : (100) eines Moleküls für die Zwillinge nach (2.1.128).

Die Ergänzungszwillinge des Baryts sind verschiedener Art. Die Figg. 1, 2, 3 und 4, Taf. XV, geben das Resultat der elektrischen Bestäubungsversuche und der elektrometrischen Beobachtungen, welche ich früher¹⁾ ausführlicher beschrieben habe. Man erkennt leicht, dass bei den Krystallen der ersten Abtheilung (Figg. 1, 2, 3) die monoklin-hemimorphen Massen derart in Zwillingstellung treten, dass die bei der Abkühlung elektrisch negativen Enden der *c*-Axe nach aussen gerichtet werden. Bei den Krystallen der zweiten Abtheilung dagegen (Fig. 4) sind die bei der Abkühlung elektrisch positiven Enden der *c*-Axe nach aussen gerichtet. Die enantiopolen Richtungen *a* und *b* werden bei den am einen Ende der *b*-Axe aufgewachsenen Krystallen der ersten Abtheilung dadurch äusserlich in scheinbar polare Richtungen verwandelt, dass je zwei Zwillinge nach (001) nochmals in Zwillingstellung nach (100) treten, so dass auf der Aussen-seite von (100) die bei der Abkühlung negativen Enden beiderseits nach

1) Diese Zeitschr. 1897, 27, 80.

dem freien Ende der b -Axe gerichtet sind (Figg. 1 und 3). Sind die Krystalle dieser Abtheilung an beiden Enden ausgebildet, so treten nochmals zwei derartige Zwillingstücke symmetrisch nach (010) in Zwillingstellung (Fig. 2).

Die an einem Ende der a -Axe aufgewachsenen Krystalle der zweiten Abtheilung bilden ausser nach (004) auch stets Zwillinge nach (040), so dass sowohl die äussere Kante von $Q = \{011\}$ als auch von $R_2 = \{102\}$ bei der Abkühlung elektrisch negativ wird (Fig. 4).

In allen Fällen erinnert bei den Ergänzungszwillingen das physikalische Verhalten noch mehr an den rhombisch-holoëdrischen Charakter des Raumgitters, als bei den einzelnen homogenen Theilen.

Ausser solchen homogenen Baryttheilen, welche nach ihren Aetzfiguren auf R und Q enantiopolar nach den beiden horizontalen Axen waren, fanden sich ausnahmsweise auch solche, welche auf $\{110\}$ und $\{001\}$ Aetzfiguren erkennen liessen, nach deren Symmetrie nur die b -Axe Symmetrieaxe sein konnte; seltener fanden sich solche, bei denen nur die a -Axe die Symmetrieaxe bildet, und einmal solche, bei welchen weder die verticale noch eine der beiden horizontalen Axen Symmetrieaxe war¹). Zur Erklärung dieser Erscheinungen kann man annehmen, dass gewöhnlich die homogenen Massen auf zwei verschieden orientirte, sich gegenseitig durchdringende Gitter zurückzuführen sind, und dass am häufigsten die Moleküle des einen Gitters gegen die des anderen um die Normale zu (004) gedreht erscheinen, seltener um die Normale zu (040) und noch seltener um die Normale zu (400); in allen diesen Fällen hat die homogene Masse monoklinen Charakter; ganz vereinzelt stehen dann aber die Moleküle beider Gitter auch parallel, dann hat die Masse triklinen Charakter. Andererseits lässt sich aber auch vermuthen, dass in Folge der von einer grösseren Homogenitäts-(Zwilling-) Grenze ausgehenden Störung die Moleküle der beiden sich durchdringenden Gitter geringe Drehungen um die eine oder andere der drei Kanten, oder um eine der drei Flächennormalen erlitten haben, wodurch die Compensation der enantiopolen Richtungen zum Theil wieder rückgängig gemacht wurde²). Bei der normalen Ausbildungsweise des Baryts sind indessen die triklin-acentriscen Moleküle desselben unzweifelhaft nach einem Raumgitter von rhombisch holoëdrischer Symmetrie angeordnet.

Je nachdem man die anomalen Aetzfiguren mehr oder weniger berücksichtigen zu müssen glaubte, hat man die Zugehörigkeit des Baryts zum rhombischen System bestritten oder vertheidigt.

Hankel, für welchen die anomalen Aetzfiguren des Baryts und Aragonits noch nicht existirten, hielt die Krystalle beider Mineralien für

1) Vergl. diese Zeitschr. 28, 88 und 89.

2) Vergl. die ähnliche Erscheinung beim Flussspath, diese Zeitschr. 34, 640.

homogene Gebilde, von rhombisch-holoëdrischer Symmetrie. Bezüglich der mehrfach am Baryt beobachteten hemimorphen Formen äussert er sich folgendermassen¹⁾: »Bei den Auvergnier Krystallen zeigt sich die verschiedene Ausbildung der beiden Enden der Brachydiagonalen gewöhnlich darin, dass, während das eine Ende derselben durch die Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ zu einer scharfen Schneide ausgebildet ist, am anderen ausser $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ noch die Flächen von $\bar{P}\infty$ und öfter auch die Flächen ∞P erscheinen. Dabei sind bisweilen die Flächen des zweiten Endes wenig glänzend, während die Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ am ersten Ende starken Glanz zeigen.

»Wollte man solche Abweichungen von der Symmetrie, wie die eben beschriebenen, als eine hemimorphe Ausbildung in der Richtung der Brachydiagonalen auffassen, so würde man beim Schwerspath auch einen Hemimorphismus nach der Hauptaxe und nach der Makrodiagonalen annehmen müssen, denn es kommen öfter die Flächen $\bar{P}\infty$, ebenso die Flächen stumpferer Makrodomen und verschiedener Pyramiden in Bezug auf die Hauptaxe nur auf einer Seite vor, und ein gleiches gilt von der Fläche ∞P und den Flächen mehrerer Pyramiden in Bezug auf die Makrodiagonale.

»Ich kann nur wiederholen, was ich bereits in meiner Abhandlung über den Topas ausgesprochen habe, dass die beschriebenen Bildungen in keiner Weise auf einen wahren Hemimorphismus, wie wir solchen beim Turmalin, Kieselzinkerz u. s. w. finden, hinweisen, sondern zufälligen störenden Einflüssen ihre Entstehung verdanken. Es stehen diese Unsymmetrien mit dem elektrischen Verhalten der Krystalle in Beziehung (so ist z. B. an den beiden Auvergnier Krystallen Nr. 56 und 57 das mit den Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und $\bar{P}\infty$ versehene Ende der Brachydiagonale beträchtlich schwächer negativ elektrisch als das andere, welches nur die Flächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ trägt), bedingen aber nicht absolut wie der wahre Hemimorphismus beim Turmalin und Kieselzinkerz eine entgegengesetzte Polarität an den verschiedenen gestalteten Enden²⁾.«

Seine Ansicht über die Ursache der pyroelektrischen Erregung äussert Hankel folgenderweise³⁾: »Die in meiner letzten Abhandlung über die thermoöktrischen Erscheinungen am Topase veröffentlichten Beobachtungen haben gezeigt, und die im Vorstehenden beschriebenen, am Schwerspath wahrgenommenen Vorgänge bestätigen es noch weiter, dass die Ansicht, es stehe die Thermoöktricität der Krystalle mit dem Hemimorphismus derselben in causalem Zusammenhange, so dass jene ohne diesen nicht auftreten könne, eine völlig unbegründete ist. Es treten vielmehr thermoöktrische Erregungen auch auf Krystallen auf, welche durchaus nicht hemimorph sind; sie bilden sehr wahrscheinlich, wie ich dies auch schon am Schlusse meiner Abhandlung über die thermoöktrischen Eigenschaften des Topases ausgesprochen habe, eine Eigenschaft aller Krystalle, bei denen nicht die übrigen physikalischen Verhältnisse ihr Auftreten unmöglich machen, und werden auf ihnen mit dem Elektrometer nachgewiesen werden können, wenn nicht gewisse Zustände ihrer Steigerung bis zu einer für unsere Instrumente messbaren Höhe hinderlich sind. Wenn nun aber an nichthemimorphen Krystallen thermoöktrische Erregungen auftreten, so bedingt die gleiche Gestaltung der beiden Enden einer Axe an diesen auch eine gleiche elektrische Polarität: es werden also bei diesen Krystallen, wenn man überhaupt von elektrischen Axen reden will oder darf, nicht polare, sondern an beiden Enden gleichnamige elektrische Axen auftreten.«

1) Abhandl. d. math.-phys. Klasse d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1874, **10**, 279.

2) Die erwähnte Abh. S. 280.

3) Ebenda S. 334.

Gegen diese Hankel'sche Erklärung der pyroelektrischen Erscheinungen an scheinbar holoëdrischen Krystallen habe ich zuerst bezüglich des Aragonits¹⁾, dann auch bezüglich des Baryts²⁾ Widerspruch erhoben und bemerkt³⁾: »Dieses Verhalten lässt sich offenbar nur dadurch erklären, dass die erwähnten Krystalle wenigstens in elektrischer Hinsicht Zwillinge sind.«

Da auch das Studium der vicinalen Flächen und der Aetzfiguren zu demselben Resultate führte, so konnte für mich kein Zweifel mehr bestehen, dass die gewöhnlichen Formen der genannten Mineralien keine homogenen Körper, sondern Zwillingstöcke darstellen. Dass die hemimorph ausgebildeten Krystalle des Baryts an den beiden Enden der hemimorphen Axe nicht entgegengesetzte Elektricität zeigen, folgt einfach daraus, dass auch sie schon Zwillingsgelbilde sind, welche etwa ihre zu jenen hemimorphen Axen senkrecht gerichteten negativ-elektrischen Seiten nach aussen, ihre positiven nach innen richten, so dass die Hemimorphie jener Axen auf der Aussenseite nur eine Vermehrung der negativen Elektricität an ihrem einen Ende, eine Verminderung derselben an ihrem anderen Ende bewirkt.

Ganz auf dem Hankel'schen Standpunkte verharret noch in neuester Zeit J. Samojloff⁴⁾. Er kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu folgendem Schlusse:

»Auf diese Weise bestätigen unsere Beobachtungen über die Aetzfiguren des Baryts seine holoëdrisch-rhombische Structur. Die Beckenkamp'schen anomalen Aetzfiguren konnten wir auch nach Befolgung der Vorschriften von Beckenkamp nicht erhalten. Betrachten wir genau die Beckenkamp'schen Vorschriften, so scheint uns die Bezeichnung »anomale Figur« sehr am Platze. Es fragt sich, sind wir denn in der That auf dem richtigen Wege, wenn wir nach dem Erhalten einer gut entwickelten Aetzfigur die Aetzung weiter fortsetzen und auf diese Weise die verschiedenen Momente der beginnenden Verzerrung verfolgen. Selbstverständlich ist es, dass jede weitere Vergrösserung der Aetzfigur, abgesehen von allem anderen, mit den sich immer mehr complicirenden Processen der chemischen Reaction selbst verbunden ist, und die Unregelmässigkeit der Figur kann von sehr verschiedenen und sehr häufig äusserst schwer zu verfolgenden Ursachen abhängen. Es wäre kaum zu erwarten, dass man in dieser späteren anomalen Figur in höherem Maasse den Ausdruck der Krystallstructur, als in der ursprünglichen Figur suchen darf.

»Derartige anomale Aetzfiguren können nur hypothetisch mit den Kanälen, die die Krystallstructur durchsetzen und durch die Erscheinungen der Gleitung hervorgerufen sind, wie es Vernadsky für verschiedene Substanzen zeigte, in Zusammenhang gebracht werden.«

Dass man in den anomalen Figuren in höherem Maasse den Ausdruck der Krystallstructur zu suchen habe, ist von mir wenigstens nicht behauptet worden, dagegen habe ich die Ansicht ausgesprochen und halte sie auch

1) Diese Zeitschr. 1888, **14**, 377.

2) Sitzungsber. des naturwiss. Vereins zu Mülhausen i. Els. 1888.

3) Diese Zeitschr. 1890, **17**, 324.

4) Bull. d. Nat. d. Moscou 1902, S. 156. S. auch diese Zeitschr. **36**, 472—473.

jetzt noch für berechtigt, dass die normalen Figuren von der Vertheilung der Massentheile im Raume abhängig, die sogenannten anomalen dagegen von den Eigenschaften der Moleküle bedingt seien. Die letzteren haben deshalb den Namen »anomal« erhalten, weil sie in Widerspruch standen mit der Ansicht, die man bisher von der Structur des betreffenden Mineralen hatte. Darüber kann wohl kein Zweifel bestehen, dass die Ursache der durchaus gesetzmässig auftretenden Polarität der anomalen Figuren, mag der Lösungsprocess complicirt sein oder nicht, innerhalb der Krystallmasse zu suchen sei, mögen nun präexistirende Kanäle, oder fremde Beimischungen, oder irgend welche Eigenschaften der Krystallmassen dieselben veranlassen.

Ueber den »hypothetischen« Zusammenhang der anomalen Aetzfiguren mit Kanälen habe ich bereits früher meine Meinung geäußert, und ich begnüge mich deshalb damit, auf die betreffende Stelle¹⁾ zu verweisen.

Samojloff bemerkt weiter: »Zum Schlusse möchten wir einige Bemerkungen bezüglich der Anschauungen Beckenkamp's über die Structur des Baryts hinzufügen. Wir können nicht Beckenkamp in der Deutung der Literatur des Hemimorphismus²⁾ beistimmen. Wir haben oben erwähnt, dass es uns nicht gelungen ist, seine anomalen Aetzfiguren zu bekommen. Wir führen schliesslich die Tabellen der Winkelschwankungen an: (100):(110), (004):(102), (004):(011), die beweisen, dass im Gegensatze zu seinen Ansichten über die geometrischen Eigenschaften des Baryts es nicht möglich ist, irgend eine bestimmte Tendenz in diesen Schwankungen zu constatiren.«

Die verschiedenen hemimorphen Ausbildungen des Baryts sind Beobachtungen anerkannter Autoren, also Thatsachen, die einen Zweifel nicht erlauben. Sowie ich meine Untersuchungen am Aragonit zu dem Zwecke vornahm, um die von mir beobachtete abnorme Ausbildung des Strontianits verstehen zu können, so hängt auch die Deutung der beobachteten geometrischen Hemimorphie des Baryts davon ab, welche Anschauung man auf Grund anderer Erscheinungen über die Structur des Baryts gewonnen hat. Für mich waren in dieser Hinsicht massgebend die anomalen Aetzfiguren, das elektrische Verhalten und die vicinalen Flächen. Herr Samojloff scheidet die ersteren aus, weil er selbst sie nicht erhalten hat, über das elektrische Verhalten schweigt er vollständig (wenigstens in seinem deutschen Resumé), es bleibt also allein seine Tabelle der Winkelschwankungen als Beweis gegen meine Erklärung übrig.

Nach meiner Ansicht über die Entstehung der vicinalen Flächen³⁾ beginnt die Ablagerung einer neuen Schicht über einer schon vorhandenen Fläche an einer Stelle, sei es in der Mitte der Fläche oder an einer Kante, und die Richtung des Fortschreitens der Ablagerung der betreffenden Schicht, welche

1) Diese Zeitschr. 1897, 30, 62.

2) Vergl. diese Abh. S. 470.

3) Vergl. diese Zeitschr. 36, 111.

an der Neigung der vicinalen Fläche zu erkennen ist, hängt von dem Verhalten der Lösung zu der elektrischen (event. magnetischen) Polarität der Moleküle ab. Wenn also an den Krystallen eines Fundortes beobachtet wird, dass die Abweichung der vicinalen Flächen von der idealen Lage vorwiegend eine einseitige ist, so darf man daraus den Schluss ziehen, dass für dieses Vorkommen die Lösung einen Wechsel in der Richtung des tangentialen Wachstums der betreffenden Fläche nicht begünstigt hat, und dass der Stelle, von welcher das jedesmalige Wachstum ausgegangen war, ein ausgesprochener elektrischer Charakter zukommt. Meine diesbezüglichen Beobachtungen ergeben nun, dass bei einer Reihe von Vorkommen in der That vorwiegende Abweichungen nach bestimmten Richtungen vorhanden sind. Für andere Vorkommen habe ich vorwiegende Abweichungen nach der entgegengesetzten Richtung nachgewiesen. Die Lösungen, aus denen sich die letzteren abgeschieden hatten, mussten demnach das tangential Wachstum nach einer dieser entgegengesetzten Richtung mehr begünstigt haben. Der Vergleich dieser bevorzugten Wachstumsrichtungen mit dem elektrischen Verhalten ergab, dass bei einigen Vorkommen die zuletzt angelagerten Moleküle ihre freien negativen Enden gegen die Lösung kehren mussten, bei anderen ihre positiven. Die letzteren dürften demnach in einem Lösungsmittel von elektrisch-negativem, die ersteren von elektrisch-positivem Charakter sich gebildet haben. Wieder in anderen Fällen »habe ich bezüglich der Wachstumsrichtung nichts feststellen können«; hier musste sich die Lösung also mehr indifferent verhalten und deshalb eine Abweichung in dem einen oder anderen Sinne nicht begünstigt haben.

Für die Deutung der hemimorph ausgebildeten Barytkrystalle konnten die vicinalen Flächen aus folgendem Grunde herangezogen werden: »Infolge der vicinalen Flächen erhalten die *a*- und die *b*-Axe auf der Basis einen bestimmten Richtungssinn, welcher bei beiderseits ausgebildeten Krystallen in der Mitte umkehrt. Dasselbe gilt für die *c*-Axe auf den Prismenflächen. Ein rings ausgebildeter Krystall kann infolge dessen nicht als ein einheitlicher homogener Körper aufgefasst werden, sobald wir auf die Wachstumsrichtungen Rücksicht nehmen; dann müssen wir ihn als einen mehrfachen Zwilling betrachten, dessen Zwillingsebenen den drei Pinakoiden parallel gehen«¹⁾.

Samojloff giebt nun an der von ihm citirten Stelle die von verschiedenen Beobachtern für verschiedene Vorkommen angegebenen Grenzwerte für die drei Winkel $(100):(110)$, $(001):(102)$ und $(001):(011)$ an.

Ich muss hierzu bemerken, dass ich Grenzlagen der vicinalen Flächen weder irgendwo als Beweis für eine Angabe oder Hypothese ausgegeben

1) Diese Zeitschr. 28, 78.

habe, noch solche als Beweis gegen eine meiner Angaben oder Hypothesen gelten lassen kann.

Auf einem wesentlich anderen Standpunkte bezüglich der Frage nach der Structur des Baryts steht Herr E. Sommerfeldt¹⁾. Die anomalen Aetzfiguren sind für ihn kein hypothetischer Begriff, denn er hat thatsächlich auf (102) bei Krystallen von Frizington natürliche Aetzfiguren beobachtet, welche »unsymmetrisch orientirt gegen die Schnittlinie (010):(102) sind. Das Brachypinakoid ist folglich bei diesen Krystallen nicht Symmetrieebene, sofern dieselben überhaupt rhombisch sind, können sie nur einer Meroëdrie angehören«.

Uebrigens sind auch von J. Valentin am Baryt von Kronthal im Elsass anomale Figuren beschrieben worden. Bald nachdem ich im Jahre 1888²⁾ zuerst auf die anomalen Aetzfiguren des Baryts hingewiesen hatte, beschrieb er³⁾ derartige natürliche Figuren, welche auf der Basis {004} nach der *a*-Axe hemimorph sind, so dass also bei diesen das Makropinakoid {100} nicht mehr als Symmetrieebene, sondern als Zwillingssebene auftritt. »Durch die ausserordentliche Zartheit und Feinheit der Figuren« hat sich Valentin jedoch von weiteren Schlüssen abhalten lassen.

Da sowohl bei Valentin, als bei Sommerfeldt es sich um natürliche Aetzfiguren handelt, so wird wohl in diesem Falle, zumal bei den Beobachtungen von Valentin, niemand die Vermuthung aussprechen, die chemischen Eingriffe bei der Aetzung seien zu weitgehende gewesen, um aus denselben Schlüsse auf die Structur des Minerals ziehen zu können, ein Vorwurf, der, wie ich schon vorhin hervorgehoben, auch bei den von mir beobachteten anomalen künstlichen Aetzfiguren in keiner Weise gerechtfertigt ist⁴⁾.

Ferner möchte ich hervorheben, dass im vorliegenden Falle die Basis der Anwachsypyramiden von den anomalen Aetzfiguren bedeckt ist⁵⁾.

Bezüglich der Erklärung der anomalen Aetzfiguren scheint Sommerfeldt zu einem endgültigen Urtheil nicht gekommen zu sein. Auf seine Frage: »Darf man nun unter Verallgemeinerung dieses Resultates sagen, dass jeder Baryt rhombisch-hemimorph ist?« antwortet er: »Einer derartigen Verallgemeinerung kann man, wie ich glaube, nicht bedingungslos zustimmen.«...»Man kann die Ursache für die geringe Symmetrie unseres Barytes darin suchen, dass er einen Fremdkörper, dem eine entsprechend niedrige krystallographische Symmetrie zukommt, aufgenommen und mit ihm einen Mischkrystall gebildet hat.«

1) Centralblatt für Mineralogie etc. 1902, 97.

2) Sitzungsber. des naturwissenschaftl. Vereins zu Mülhausen i. Els. vom 6. Dec. 1888. Diese Zeitschr. 1889, 15, 544.

3) Diese Zeitschr. 15, 576.

4) S. den Nachtrag am Schlusse dieser Abhandlung S. 547.

5) Diese Zeitschr. 1904, 34, 610.

Gegen diese Auffassung habe ich bereits gelegentlich der ganz gleichartigen Discussion, welche sich an meine Mittheilung über den Aragonit anschloss, hervorgehoben, dass keine Beobachtung eine derartige Hypothese rechtfertigt, dass vielmehr die bekannten Beobachtungen derselben direct widersprechen, indem die aufgenommenen Farbstoffe sich stets der Symmetrie des Wirthes anschliessen¹⁾. Dabei kommt nun noch ein weiteres ausschlaggebendes Argument in Betracht: die Pyroelektricität der Barytkrystalle ist nicht etwa nur eine Ausnahmeerscheinung, sondern allen Baryt- (ebenso allen Aragonit-)krystallen eigenthümlich. »In Betreff der Intensität der elektrischen Erregung stehen die meisten Schwerspathkrystalle mit den sächsischen und sibirischen Topasen auf gleicher Höhe, während andererseits die Krystalle gewisser Fundorte selbst die hohe Spannung der brasilianischen Topase erreichen«²⁾.

Graduelle Unterschiede der pyroelektrischen Erregbarkeit bestehen auch bei solchen Krystallen, deren geometrische Hemimorphie ausser Frage steht. Es kann dies sowohl in wiederholter Zwillingsbildung, als auch in mangelhafter Isolirung der Intermolekularräume in Folge fremder Einschlüsse begründet sein. Auffallend gross sind dieselben z. B. beim Quarz. Nun sind bekanntlich durch die interessanten Beobachtungen von Warburg³⁾ im Bergkrystalle Einschlüsse von *Na* als allgemein verbreitet erkannt worden, aber doch wird Niemand zu der Ansicht kommen, dass die Hemimorphie der Nebenaxen nicht etwa eine der Quarzmasse an sich zukommende Eigenschaft, sondern nur eine Folge des eingeschlossenen Fremdkörpers sei. Im Gegentheil, fremde Einschlüsse können meines Erachtens die elektrische Erregbarkeit nur vermindern. Wenn also später in den verschieden ausgebildeten Barytkrystallen auch jedesmal ein anderer Fremdkörper gefunden werden sollte, so dürfte daraus doch nur geschlossen werden, dass letzterer die eine oder andere Art der Zwillingsbildung mehr begünstigt.

Uebrigens habe ich schon früher darauf hingewiesen, dass die elektrische Polarität der Barytmoleküle nicht nur bei pyroelektrischen Untersuchungen und den Aetzfiguren zum Ausdruck komme, sondern auch bei den Elasticitäts-⁴⁾ und bei den Dielektricitätsconstanten⁵⁾; sie ist also keine Erscheinung, die nur dem einen oder anderen Vorkommen eigenthümlich ist, sondern eine allgemeine Eigenschaft des Baryts.

Am Schlusse dieser Discussion über den Baryt kann ich nur dieselbe Ansicht wiederholen, welche ich bereits in meiner ersten Abhandlung⁶⁾ über dieses Mineral ausgesprochen habe: »Während die Moleküle (des Baryts und Aragonits) stets asymmetrisch sind, kann jedoch

1) Vergl. diese Zeitschr. 1899, **32**, 30.

2) Ebenda **28**, 79.

3) Ebenda 1889, **15**, 510.

4) Ebenda **17**, 328.

5) Ebenda **35**, 487.

6) Die Anomalien der Krystalle 1889.

ihre Anordnung im Raume, ihre Gruppierung symmetrisch sein, und diese befolgt beim Aragonit und Baryt die Symmetrie des rhombischen Systems.«

Will man das Krystallsystem des Baryts nach dessen Rauggitter bestimmen, dann muss man also diesen rhombisch nennen; soll die zweigliedrige Gruppe massgebend sein, dann kann man sagen, er sei monoklin, und sollte die Symmetrie des frei gedachten elementaren Gitters für die Bestimmung des Systems entscheiden, dann wäre der Baryt triklin. Die Existenz von unzweifelhaften Zwillingsgrenzen nach den drei Pinakoiden schliesst aber die Einreihung der homogenen Theile des Baryts in die holoëdrische Klasse des rhombischen Systems unbedingt aus.

b) Aragonit.

Beim Aragonit sind mir keine Zwillinge nach vicinalen Flächen bekannt; bezüglich der Aetzfiguren und der elektrischen Erregbarkeit verhält sich aber dieses Mineral ganz ähnlich wie der Baryt. Da wir beim Aragonit überwiegend die enantiopolen Aetzfiguren nach den Axen b und c beobachten, so erscheint bei der gewöhnlichen Ausbildungsweise als einziges Symmetrieelement die Axe a ; die homogenen Theile haben auch hier demnach monoklin-sphenoïdischen Charakter. Sie bilden zunächst Ergänzungszwillinge nach (100); daher die ausgesprochen positive Spannung auf den vorderen und hinteren Prismenkanten E und H bei Fig. 5, Taf. XV (Krystall von Horschensch), sowie E, F, H, C bei Fig. 6 und 7, Taf. XV (Krystalle von Molina) und die negative Spannung auf (010).

Derartige Ergänzungszwillinge nach (100) bilden weitere Ergänzungszwillinge nach (010), die sich besonders bei der Aetzung (vgl. Fig. 8 und 9, Taf. XV) als solche zu erkennen geben¹⁾. Da die Krystalle meist an einem Ende der c -Axe aufgewachsen sind, so tritt die Zwillingsbildung nach (001) nur seltener in die Erscheinung.

2. Hexagonales System.

Der Aragonit zeigt bekanntlich zwei Typen von cyklischen Zwillingsverwachsungen. Bei dem ersten Typus (Fig. 2) steht die (in der Figur

Fig. 2.

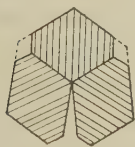


Fig. 3.

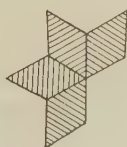
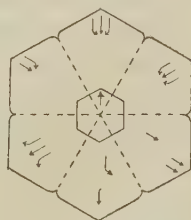


Fig. 4.



¹⁾ Vergl. diese Zeitschr. 1894, **19**, 247.

durch die Strichelung angedeutete Brachydiagonale radial zur centralen Axe des Stockes, und es erfüllen drei Individuen annähernd vollständig den Raum um die Axe herum aus. Beim zweiten Typus (Fig. 3) ist die Makrodiagonale radial gestellt, und es reicht jener Raum annähernd für sechs Individuen. Auch bei der brachydiagonalen Anordnung erscheint der Zwillingstock nicht selten sechsstrahlig (Fig. 4), indem jedes Individuum scheinbar diagonal durch den Stock hindurchwächst; die Beobachtung der Aetzfiguren lässt jedoch vermuthen, dass in diesem Falle für je zwei gegenüberliegende Individuen die Makrodiagonale Zwillingssaxe ist¹⁾. Setzen wir an die Stelle der rhombischen Individuen die entsprechenden Moleküle, so tritt an Stelle des sechsgliedrigen Zwillingstockes eine sechsgliedrige Molekulargruppe. Bei dieser erfährt jedes Molekül von seinen beiden Nachbarmolekülen genau dieselbe Einwirkung, und es ist deshalb der Schluss berechtigt, dass die sechs Moleküle sich derartig gegen einander anordnen, dass sie den Raum um die centrale Axe nicht nur annähernd, sondern genau ausfüllen. Aus der annähernd dreizähligen Zwillingssaxe des Aragonitstockes wird also dann eine genaue dreizählige Zwillingssaxe der Molekulargruppe²⁾. Es ist denkbar, dass diese Molekulargruppe den Kern des Zwillingstockes bildet; sobald aber noch ein zweiter Kreis von Molekülen sich an die centrale Gruppe ringförmig anlegt, dann würde die Gleichheit der Beeinflussung von Seiten der beiden Nachbarmoleküle auf das zwischen ihnen liegende Molekül auch hier den gleichen tangentialen Abstand derselben von einander zur Bedingung haben. Entsprechend dem grösseren Radius wäre aber dieser tangential Abstand für die Fernwirkung der Moleküle zu gross. Bei dem zweiten Kreise muss deshalb schon ein Zerfall der Gruppe eintreten; es ordnen sich dann je zwei benachbarte Moleküle genau nach den Gleichgewichtsbedingungen, welche für je zwei Moleküle allein gelten; es entstehen Zwillingstücke, bei welchen die benachbarten Moleküle zum Theil nach dem rhombischen Prisma in Zwillingstellung stehen, während die Mehrzahl der einander benachbarten Moleküle parallel geordnet ist, bezüglich zu je zweien Ergänzungszwillinge nach einer rhombischen Axe bildet. Da bei der brachyradialen Gruppe drei Individuen den Raum ausfüllen, so muss man annehmen, dass die sechs Moleküle der entsprechenden Molekulargruppe sich abwechselnd auf zwei horizontale Ebenen vertheilen, während bei der makroradialen Gruppe eine solche Annahme nicht nöthig ist; die Schwerpunkte aller sechs Moleküle können also bei dieser letzteren Gruppe in derselben horizontalen Ebene liegen.

Auf ganz anderer Grundlage fussende Betrachtungen führten auch für die Kieselsäure zu zwei ganz analogen Molekulargruppen³⁾. Wären die

1) Vergl. diese Zeitschr. 1899, **32**, 29.

2) Ebenda 1898, **30**, 324.

3) Ebenda **34**, 575.

SiO_2 -Moleküle nicht zu Gruppen vereinigt, sondern alle parallel orientirt, so müsste nach dem dort abgeleiteten Resultate die Anordnung derselben nach einem rhombischen Gitter mit den Dimensionen $a : b : c = a : 4 : 4$ erfolgen, wobei $0,525 < a < 0,577$. Vorausgesetzt wurde dabei, dass das dem einfachen SiO_2 -Molekül entsprechende Raumbgitter ein genau orthogonales sei. Nun hat jedoch G. Tschermak in seiner interessanten Abhandlung: »Ueber gewundene Bergkrystalle«¹⁾ für den Quarz Zwillingbildungen nach vicinalen Flächen kennen gelehrt, welche darauf hinweisen, dass auch bei diesem Minerale wie beim Baryt das frei gedachte elementare Raumbgitter ein nur angenähert orthogonales sein kann. Er fand Zwillinge

nach $\frac{1}{m}R$, bei welchen $m = 2620$, so dass also $\frac{1}{m}R$ eine der Basis vicinale Fläche darstellt; die Hauptaxen der beiden Individuen bilden miteinander einen Winkel 2δ , wobei $\delta = 0^\circ 4' 40''$. Bei einem zweiten Gesetze bildet das Prisma $\{hik0\}$ die Zwillingsebene, wobei $h : k = 4475 : 588$; diese Zwillingsebene ist demnach dem Prisma $\{4120\}$ vicinal; hier erscheinen die Prismenflächen beider Individuen um 2ε um die Hauptaxe gedreht. Der Werth ε wurde ebenfalls zu $0^\circ 4' 40''$ bestimmt. In beiden Fällen waren die miteinander verwachsenen Individuen von gleicher Art, entweder nur rechte Quarze, oder nur linke Quarze. Tschermak bemerkt hierzu: »Die Zwillingsgesetze, durch welche die Windung der hier beschriebenen Bildungen zu erklären wären, führen demnach auf Zwillingsebenen, welchen keine einfachen Indices zukommen, sie führen auf solche, welche Vicinalflächen entsprechen und man hätte es hier mit einer neuen Art von Zwillingbildungen zu thun, welche als Vicinalzwillinge bezeichnet werden könnten.

»Derlei Zwillingbildungen sind aber etwas bisher unbekanntes und man würde solche für unwahrscheinlich halten, wenn nicht an vielen Mineralien regelmässige Verwachsungen mit geringer Abweichung vom Parallelismus der Axen, wie im vorliegenden Falle, vorkämen, die auf die Existenz von Vicinalzwillingen hinweisen. Wer aber die Erklärung der Regelmässigkeit, welche sich in den früher bezeichneten Bildungen ausspricht, durch Vicinalzwillinge ablehnt, und sich lieber zu einer Hypothese entschliesst, um Zwillingsebenen mit einfachen Indices zu erhalten, der wird das Ziel erreichen können durch die Annahme, dass jenen Bildungen nicht eine trapezoëdrische, sondern eine andere Grundform zukomme.«

Es wurde dann von Tschermak der Versuch gemacht, diese Zwillingsgesetze durch die Annahme einer monoklinen Grundform zu erklären, deren »Endfläche (001) einen von 90° abweichenden Winkel einschliesst, und zwar würde derselbe im vorliegenden Falle $89^\circ 58' 20''$ betragen; ferner ist zu-

1) Denkschrift der math.-naturw. Klasse der Akad. d. Wiss. Wien 1894; Ref. diese Zeitschr. 27, 517.



zugeben, dass die Flächen (100) mit (110) und entsprechend (100) mit (110) nicht genau 60° , sondern einen davon etwas verschiedenen Winkel bilden, welcher hier $60^\circ 4' 40''$ wäre«. Für das »Gesetz, welches früher eine der Basis vicinale Fläche nannte, hat die entsprechende Zwillingschene nunmehr die Lage von (001)«. Für das »Gesetz, welches früher eine dem verwendeten Prisma vicinale Fläche anführte, gilt nun wie beim Glimmer eine in der Zone (001):(310) gelegene, zu (001) normale Fläche als Zwillingschene, und die letztere ist dieselbe, welche den Zwillingsbau des gesamten Krystalles, der aus monoklin-hemimorphen Theilen zusammengesetzt ist, beherrscht«. »Das letztere Gesetz gestaltet sich, wie begreiflich, noch einfacher, wenn eine triklin-hemiëdrische Form als Grundform dieser Quarze angenommen wird.« »Zwillingschene (»für den im monoklinen Sinne einfach gedachten Krystall«) ist jetzt (010) und die Indices für die Zwillingschene bezüglich der drei Gesetze wären jetzt (100), (101), (010).«

»Diese Bemerkungen dürften ausreichend sein, um zu zeigen, dass durch die Annahme einer anderen als der trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Grundform die Forderung erfüllt werden kann, für die zur Erklärung der gewundenen Formen angenommenen Zwillingschene einfache Indices zu erlangen.«

Sowohl bei der Annahme einer triklinen, als auch einer monoklinen Grundform mit der von Tschermak angenommenen Orientirung bleibt es unerklärt, weshalb die Lage der Basisfläche und der Winkel zwischen der Querfläche (100) und dem Prisma (110) um den genau gleichen Betrag von $4' 40''$ von den hexagonalen Werthen abweichen. Nach Tschermak soll bei der monoklinen Auffassung die Fläche $p(10\bar{1}1)$ des Quarzes entweder als (201) oder als ($\bar{1}11$), die Fläche $z = (01\bar{1}1)$ entweder als ($\bar{2}01$) oder als (111) und die Fläche $a(10\bar{1}0)$ entweder als (100) oder als (110) gedeutet werden. In beiden Fällen sollte also in der Symmetrieebene (010) die Hauptaxe des Quarzes liegen. Weder bei der triklinen, noch bei einer der beiden monoklinen Auffassungen wäre somit die Gleichheit jener Abweichungen aus Symmetriegründen gerechtfertigt.

Aus dem Axenverhältnisse des Tridymits und des Quarzes unter gleichzeitiger Berücksichtigung der specifischen Gewichte derselben habe ich¹⁾, wie vorhin erwähnt, für beide Mineralien das gleiche rectanguläre elementare Raumgitter abgeleitet, dessen Dimensionen im freien Zustande $a : b : c = a : 4 : 4$ wären, wobei $0,525 < a < 0,577$. Beim Quarz entspricht die b -Axe dieses elementaren Gitters der Schnittkante des Rhomboëders $p(10\bar{1}1)$ mit dem Prisma $a(10\bar{1}0)$, die c -Axe desselben entspricht der Hauptaxe des Quarzes, die a -Axe des genannten Gitters steht senkrecht zur Ebene der beiden anderen. Infolge der Anpassung an die hexagonale Gruppierung er-

1) Diese Zeitschr. 1904, 34, 581.

$a\{400\}$, $r\{401\}$, $x\{301\}$, $y\{502\}$, $u\{201\}$, $s\{401\}$ des monoklinen Elementargitters.

Wäre das Axenverhältniss des Quarzes $a:c = 1:1$ statt $1:1,0999$, so wäre die Neigung der vorigen Zonenaxe zur Verticalen ebenso wie die der betreffenden Kante der monoklinen Formen 45° ; infolge der erwähnten Compression erhält beim Quarz diese Kante eine Neigung von $42^\circ 17'$ gegen die Verticale. Der Werth der Axe a des frei gedachten monoklinen Gitters liegt, wie erwähnt, zwischen $0,525$ und $0,577$. Setzen wir hierfür den Mittelwerth $0,551$, so berechnet sich hieraus für die monokline Form $s:a$ der Werth $37^\circ 56'$, legen wir den Werth $0,5634^1)$ zu Grunde, so folgt $s:a = 38^\circ 33'$; beim Quarz ist $s:a = 37^\circ 57'$.

Wird das positive Grundrhomboëder $p\{10\bar{1}1\}$ in der monoklinen Aufstellung $\{111\}$, so wird das negative Rhomboëder $\pi\{10\bar{1}\bar{1}\}$ auf das monokline Axenverhältniss bezogen $\{1\bar{1}\bar{1}\}$.

Im Anschluss an die von ihm versuchte Zurückführung der Formen des Quarzes auf monokline, bezüglich trikline Verhältnisse bemerkt Tschermak: »Die hier angeführte Hypothese der mimetischen Form des Quarzes würde eine mächtige Stütze gewinnen, wenn es gelänge, aus derselben die Drehung der Polarisationssebene im Quarz zu erklären. Es ist aber leicht einzusehen, dass sie dazu nicht ausreicht.« Es »wäre doch eine neue Annahme nöthig, aus welcher die regelmässige Aufeinanderfolge von gleich dicken optisch zweiaxigen Lamellen nach dem Principe einer Drehung im gleichen Sinne mit Nothwendigkeit sich ergäbe. Eine solche Annahme erschien aber bisher noch nicht auffindbar, und alle dahin gerichteten Versuche sind, wie bekannt, bei den ersten Andeutungen stehen geblieben.«

Fig. 7.

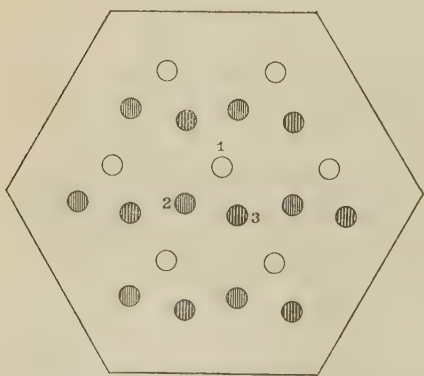
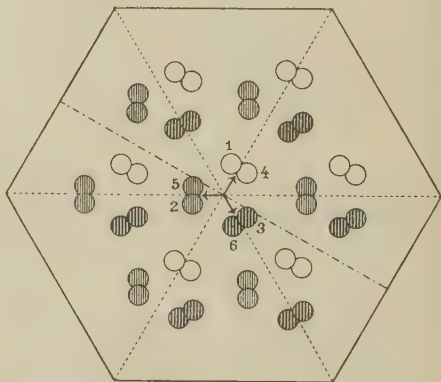


Fig. 8.



Nach L. Sohncke stellt das Dreipunktschraubensystem der Fig. 7, in welcher die Zahlen 1, 2, 3 verschiedene Höhenlagen darstellen, die Structur

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 604.

eines optisch activen trigonal-pyramidalen (hexagonal-ogdoëdrischen) Krystalles dar. Nun ist aber bei beiderseits ausgebildeten Quarzkrystallen die Nebenaxe zweizählige Symmetrieaxe, daher tritt hier an Stelle des einfachen Dreipunktschraubensystems das abwechselnde Dreipunktschraubensystem (Fig. 8), bei welchem an Stelle der einfachen doppelte Massenpunkte treten. Besitzen die molekularen Massenpunkte eine zweizählige Symmetrieaxe, so kann an die Stelle je eines doppelten Massenpunktes ein einziger treten, jedoch muss dann die Richtung der zweizähligen Symmetrieaxe des Massenpunktes mit einer der drei (in Fig. 8 punktirt) zweizähligen Axen des Punktsystemes zusammenfallen. Nun haben die elementaren Quarzmoleküle zwar monoklinen Charakter, aber die Richtung ihrer Orthodagonalen steht nicht senkrecht zur Hauptaxe, sondern unter 45° gegen diese geneigt. Wir dürfen deshalb beim Quarz kein dreigliedriges, sondern wir müssen ein sechsgliedriges Schraubensystem zu Grunde legen, wenn wir uns der Sohncke'schen Auffassung anschliessen wollen.

Für je zwei benachbarte elementare Moleküle, etwa 1 und 4, ist in Fig. 8 nach Sohncke eine zur zweizähligen Symmetrieaxe (Nebenaxe) des Schraubensystems parallele Richtung Zwillingsaxe. Es entspricht diese Richtung der Kante zwischen c und einer die Kante uv abstumpfenden prismatischen Form der Fig. 5. Nun muss aber durch dieselbe Drehung auch 5 und 3 zur Deckung gebracht werden, und setzen wir die beiden letzteren Moleküle diametral gegenüber, statt, wie es in Fig. 8 geschieht, deren Verbindungslinie excentrisch zu legen, dann besteht zwischen je zwei gegenüberliegenden Molekülen das Gesetz: Zwillingsaxe ist die Normale n_2 zur Fläche b . Es bilden dann sämtliche Moleküle 5 und 3 miteinander ein streng monoklines Gitter; dasselbe gilt für die Moleküle 1 und 6, sowie für die Moleküle 2 und 4. Während die Normale n_2 zur Fläche b für je zwei Moleküle zweizählige Zwillingsaxe ist, wird dann die zu n_2 gleichwerthige Normale n_3 zur Fläche c dreizählige Axe. Wir finden demnach hier innerhalb der sechsgliedrigen Gruppe dieselbe zweigliedrige Gruppe als engeren zusammengehörigen Bestandtheil, als quasi starre Theilgruppe wieder, die wir schon beim Baryt kennen gelernt haben.

Bleibt dieselbe Fläche a nach aussen gerichtet, und wird n_3 dreizählige, n_2 zweizählige Axe, dann muss es auch ebenso oft vorkommen, dass von den beiden gleichwerthigen Richtungen n_2 dreizählige und n_3 zweizählige Axe wird. Fig. 5 lehrt ohne Weiteres, dass im ersteren Falle die positiven Trapezoëder oben rechts liegen, während im zweiten Falle, Fig. 6, dieselben nach oben links gelangen, d. h. die erstere Annahme hat die Bildung eines geometrisch rechten, die zweite die eines geometrisch linken Quarzes zur Folge.

Die Möglichkeit eines Systems mit einer dreizähligen und drei für das ganze System zweizähligen Symmetrieaxen setzt voraus, dass die letzteren

auf der ersteren genau senkrecht stehen. Wenn nun aber die drei Pinakoide a , b , c nicht genau, sondern nur annähernd auf einander senkrecht stehen, dann können die Nebenaxen des Quarzes auch nur annähernd zweizählige Symmetrieaxen für die ganze sechsgliedrige Gruppe darstellen. Wird die Normale n_2 zur Fläche b zweizählige Zwillingsaxe für die zweigliedrige Gruppe, dann liegen die Normalen n_2 für die beiden Moleküle dieser Gruppe parallel, aber dann können die Richtungen n_3 derselben beiden Moleküle nicht mehr genau parallel sein, sobald die Normalen n_2 und n_3 eines Moleküls nicht genau zu einander senkrecht stehen. Soll nun n_3 genau dreizählige Axe einer sechsgliedrigen Gruppe werden, so kann also diese dreizählige Axe entweder mit n_3 des einen oder des anderen Moleküls genau parallel sein. Ist die Gruppenaxe genau parallel mit n_3 des einen Moleküls, so ist sie nur annähernd parallel mit n_3 des anderen. Wären die beiden Richtungen n_2 und n_3 eines Moleküls genau zu einander senkrecht, dann wären die beiden Seiten der dreizähligen Gruppenaxe einander genau gleichwerthig.

Je mehr die Neigungen der drei Pinakoide eines Moleküls von 90° abweichen, um so mehr muss die Hauptaxe der aus ihnen gebildeten sechsgliedrigen Gruppe, also auch des betreffenden optisch einaxigen Krystalles, hemimorphen Charakter annehmen. Beim Quarz ist diese Abweichung, also auch die Hemimorphie der Hauptaxe, nur in geringem Maasse wahrnehmbar¹⁾.

Die auf die Erscheinungen bei der Reusch'schen Glimmercombination bauende Sohncke'sche Schraubenstructur bietet auch abgesehen von dem oben angeführten, von Tschermak ausgesprochenen Bedenken bei der Erklärung der optischen Activität noch eine Reihe anderer Schwierigkeiten²⁾, so dass ich mich veranlasst sah, an die Stelle dieser statischen eine kinetische, auf der Faraday'schen magnetischen Drehung der Polarisations-ebene fussende Theorie zu setzen. Die zur Andeutung der Enantiopolarität eines triklinen Moleküls benutzten Pfeile (Fig. 4 S. 468) geben hiernach die Richtungen elektrischer Ströme an, welche sowohl die Polarität als auch die Enantiopolarität des betreffenden Moleküls zur Folge haben, und die beiden Seiten einer jeden der drei Normalen zu den drei Stromkreisen sind dann nicht nur elektrisch, sondern auch magnetisch entgegengesetzt. Die dieser kinetischen Theorie entsprechende Molekularanordnung (Fig. 9) unterscheidet sich von der Sohncke'schen (Fig. 8) nur dadurch, dass die Moleküle 1, 2, 3 nicht nothwendig in drei verschiedenen horizontalen Ebenen zu liegen brauchen, und dass je sechs Moleküle mit einer gleichartigen magnetischen oder elektrischen Abgrenzung gegen die Umgebung eine feste Gruppe bilden.

1) Vergl. diese Zeitschr. 1904, **34**, 589.

2) Ebenda 1898, **30**, 330.

Zwischen den anziehenden und abstossenden Kräften dieser Gruppe kann unter dieser Annahme nur dann Gleichgewicht bestehen, wenn die Hauptaxe nicht nur annähernd, sondern genau eine dreizählige Deckaxe der Gruppe ist¹⁾. Nehmen wir an, die geometrisch einander gleichwerthigen Kanten tu , rx , uv und pr (Figg. 5 und 6) würden bei der Abkühlung elektrisch positiv und die unter einander gleichwerthigen Kanten $p\lambda$, rw , μx und ty elektrisch negativ, und mögen die Pfeilrichtungen auf den Pinakoiden, welche vorhin²⁾ nur zur schematischen Darstellung der triklinen Symmetrie eingeführt wurden, Stromrichtungen andeuten; sei ferner der elektrische oder der magnetische Zustand der Umgebung ein derartiger, dass bei der Gruppenbildung etwa alle Südpole der radial gerichteten Axen der molekularen Stromkreise nach aussen gerichtet werden, dann folgt aus der Stellung der Fig. 5, bei welcher n_3 , die Normale zu pqt dreizählige Axe wird, mit Nothwendigkeit die rechtsdrehende Gruppe (r) (Fig. 9), und aus der Stellung der Fig. 6, bei welcher die zu n_3 gleichwerthige Richtung n_2 , die Normale zu $quvx$ dreizählige Axe wird, die linksdrehende Gruppe (l) (Fig. 10). Auch die Lage

Fig. 9.

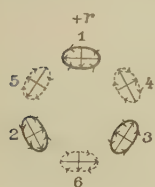


Fig. 10.

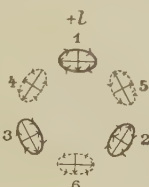
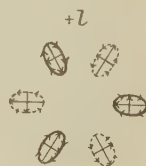


Fig. 11.



Fig. 12.



der Trapezoëder und der pyroelektrischen Kanten entspricht dann genau den Beobachtungen. Nennen wir bei der brachydiagonalen Gruppe diejenige Stellung positiv, bei welcher der radial gerichtete Stromkreis der beiden vorn und hinten liegenden Moleküle auf der oberen Seite nach vorn gerichtet ist, dann sind diejenigen Gruppen rechtsdrehend (Fig. 9), bei welchen die Pfeilrichtung des horizontalen Stromkreises derjenigen drei Moleküle, deren radiale Ströme auf der oberen Seite divergiren, im Uhrzeigersinne läuft. — Nennen wir bei der makroradialen Gruppe Figg. 11 und 12 diejenige Stellung positiv, bei welcher die resultirende Stromrichtung der einander zugekehrten Zweige der horizontalen Stromkreise zweier benachbarter, vorn rechts und links liegender Moleküle nach vorn gerichtet ist, dann sind diejenigen Gruppen rechte, bei welchen die Pfeilrichtung des horizontalen Stromkreises derjenigen drei Moleküle, deren radiale Ströme auf der oberen Seite divergiren, im Uhrzeigersinne läuft (Fig. 11), und diejenigen linke, bei welchen dies umgekehrt ist (Fig. 12).

1) Vergl. diese Abh. S. 480.

2) Diese Abh. S. 470.

Da die Neigungen der drei Normalen n_1 , n_2 und n_3 nicht genau auf einander senkrecht stehen, so erklärt sich die Entstehung von Zwillingen nach vicinalen Flächen etwa in folgender Weise: Legt sich ein Molekül 4' einer Gruppe II (Fig. 13) so gegenüber von einem Molekül 4 einer Gruppe I, dass n_1 für beide genau Zwillingsaxe wird, dann kann die zur dreizähligen

Fig. 13.



Fig. 14.



Axe werdende Richtung n_3 für die beiden Gruppen I und II nicht genau parallel werden, und zwar muss im vorliegenden Falle unter der vorigen Voraussetzung bezüglich der magnetischen Orientirung u. s. w. die Gruppe II eine negative rechte werden, wenn Gruppe I eine rechte in positiver Stellung ist.

Geht das Molekül 4' der Gruppe II (Fig. 14) aus der Lage des Moleküls 4 der Gruppe I durch eine Drehung von nur 90° hervor, so giebt ersteres unter der gleichen Voraussetzung bezüglich der magnetischen Polarität die Veranlassung zur Bildung einer linken Gruppe in der positiven Stellung, wenn Gruppe I eine rechte in positiver Stellung ist.

Zwischen diesen beiden Zwillingstellungen besteht ein wesentlicher Unterschied: die Stellungen der Gruppen I und II in Fig. 13 entsprechen dem Dauphinéer Gesetze: Zwillingsaxe ist die Hauptaxe; die Stellungen von I und II in Fig. 14 dem brasilianischen Gesetze: Zwillingssebene ist das Prisma 2. Art (4240).

Die Beobachtung hat gelehrt, dass diese beiden Zwillingbildungen einige charakteristische Unterschiede aufweisen.

1) Auf basischen Quarzplatten beobachtete Leydolt¹⁾ mit Hülfe der Aetzfiguren folgende Gesetzmässigkeiten:

Die »Vertiefungen erscheinen in vier verschiedenen Stellungen, nämlich $+r$, $-r$ und $+l$, $-l$, wobei »häufige Beobachtungen gezeigt haben,

α) dass rechts und links ($+r$ und $+l$) sich immer in geradlinigen und regelmässigen Begrenzungen berühren, welche den Seiten von $P+\infty$ ($\infty R = 1070$) parallel sind;

β) es erscheinen bloss $+r$ und $-r$, oder $+l$ und $-l$, und dann ist die Grenzlinie immer mehr oder weniger krumm und die Begrenzung selbst eine unregelmässige;

γ) es verbinden sich in ein und demselben Quarzkrystalle alle vier durch ihre Stellung verschiedenen Gestalten, wobei man wieder deutlich sieht, wie rechts und links regelmässig, plus und minus sich unregelmässig begrenzen.«

A. Bömer hat die Untersuchungen Leydolt's wiederholt und dessen Beobachtungen insofern nicht bestätigt gefunden, als er in den Figuren auf

¹⁾ Sitzungsber. d. math.-naturw. Klasse d. Akad. d. Wiss. Wien 1853, 15, 79.

der Basis nicht Aetzgruben, wie Leydolt angiebt, sondern Aetzhügel erkannte. Ferner fand Bömer eine Abhängigkeit der Aetzfiguren von der Concentration und zum Theil auch von der Temperatur des Aetzmittels. Ferner fand er, dass die von Leydolt gezeichneten einseitigen Verlängerungen umgekehrt gerichtet sein müssten, vermuthlich weil dieser die durch Hausenblase gewonnenen Abzüge untersucht hat. In Bezug auf obige Regel in der Art der Begrenzung stimmen jedoch Bömer und Leydolt¹⁾ überein; und auch durch eigene Beobachtungen²⁾ fand ich bestätigt, dass die Zwillingsgrenze zwischen $+r$ und $-r$, sowie zwischen $+l$ und $-l$ unregelmässig, dagegen die Grenze zwischen $+r$ und $+l$ geradlinig verläuft.

Auf basischen Platten verlaufen die Grenzlinien zwischen $+r$ und $+l$ parallel zu den Kanten von $\{10\bar{1}1\}$ zu $\{10\bar{1}0\}$; auf rhomboëdrischen Flächen fand Bömer diese Grenzen meistens den Polkanten des positiven Rhomboëders parallel, so dass also die Fläche des positiven Rhomboëders die Zwillingsgrenze zwischen rechten und linken Quarztheilen bildet.

2) Wenn Zwillingbildung nach dem brasilianischen Gesetze auftritt, dann wiederholt sich dieselbe häufig derart, dass die einzelnen einfachen Partien ausserordentlich klein werden. Bei den Zwillingen nach dem Dauphinéer Gesetze ist eine derartige Erscheinung nicht zu beobachten. Besonders bei den brasilianischen Amethysten ist bekanntlich die Verwachsung nicht selten eine so innige, d. h. die einzelnen rhomboëdrischen Lamellen sind so fein, dass ein Schliff parallel zur Basis das Bild optisch einaxiger, inactiver Krystalle giebt. Auch bei anderen Quarzvarietäten ist diese Beobachtung gemacht worden.

So erwähnt Bömer, dass bei den Quarzkrystallen von Suttorp, wie bei den Quarzen von Bramsche, zahlreiche Lamellen etwa linker Drehung einem Stammkrystalle rechter Drehung eingelagert sind. »Diese Lamellen sind auf den positiven Rhomboëderflächen oft so fein und zahlreich, dass deutliche Aetzfiguren auf ihnen kaum mehr wahrzunehmen sind, meist deutet dann eine Streifung der geätzten Flächen parallel den Polkanten von $\{10\bar{1}0\}$ auf solche Verwachsungen hin.«

Diese beiden unter 1) und 2) angegebenen Beobachtungen lassen darauf schliessen, dass die Ergänzung eines in gedrehter Stellung orientirten Moleküls zur Gruppe beim brasilianischen Gesetze auch unter dem Zwange des beiderseitigen gesammten Raumgitters geschieht, während bei dem Dauphinéer Gesetze im Wesentlichen nur die für die sich bildende Gruppe massgebenden attractiven und repulsiven Kräfte in Betracht kommen. Bei den Zwillingen nach dem letzteren Gesetze kennen wir im Wesentlichen nur Störungen der gegenseitigen Orientirung der Individuen in Folge der Bildung von Vicinalzwillingen. Die Zwillinge nach dem brasilianischen

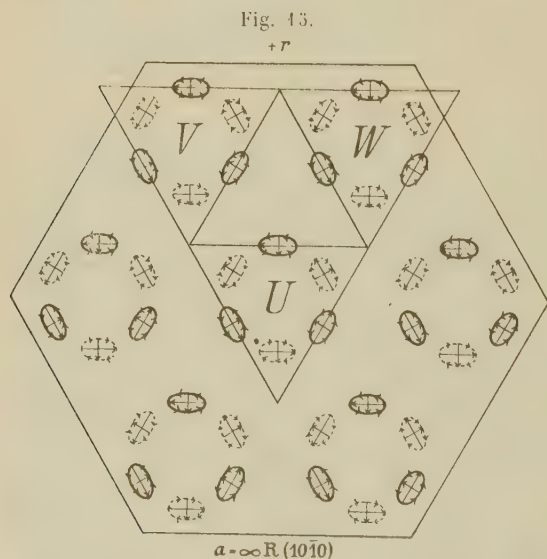
1) N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1894, Beil.-Bd. 7, 516. Diese Zeitschr. 23, 286.

2) Diese Zeitschr. 1899, 32, 21.

Gesetze lassen dagegen häufig an vielen Stellen schwache Zweiaxigkeit erkennen, welche als eine mit der Zwillingsbildung in Zusammenhang stehende Störung des molekularen Gefüges der einzelnen Individuen aufgefasst werden muss. Bei den brasilianischen Zwillingen kommen also zu den innerhalb der Gruppe aufeinander wirkenden Kräften an deren Zwillingsgrenze noch solche von jenseits dieser Grenze hinzu, welche für sich die einzelnen Moleküle zwar angenähert, aber nicht genau in dieselbe Lage bringen würden. Diese secundären attractiven und repulsiven Kräfte haben demnach die gleiche Wirkung, wie die früher von mir für die Zwillingsgrenze¹⁾ angenommene elektrische Polarität, und man kann im einzelnen Falle zweifelhaft sein, ob die eine oder die andere Ursache die beobachtete secundäre Störung veranlasst hat.

Ein nicht allseitig gleichmässiger Druck, welcher von festen Körpern ausserhalb des Quarzkrystalles herrührt, kann natürlich auch bei jedem Quarzkrystalle optische Störungen veranlassen²⁾, indem durch den einseitigen Druck die gegenseitige Compensation der sechs Moleküle einer Gruppe zum Theil wieder rückgängig gemacht wird.

Die eben besprochenen Verschiedenheiten in der Ausbildungsweise der beiden Zwillingsarten führen zu dem Schlusse, dass das beiderseitige Raumgitter bei dem brasilianischen Gesetze in einem engeren Zusammenhange steht als bei dem Dauphinéer Gesetze.



Bezüglich der Vertheilung der Schwerpunkte der Moleküle innerhalb der brachyradialen Gruppe (Fig. 9 und 10) sind, wie erwähnt, die verticale Axe genau dreizählige und die drei Nebenaxen annähernd zweizählige Deckaxen. Bei der makroradialen Gruppe (Fig. 11 und 12) sind bezüglich der Vertheilung dieser Schwerpunkte im Raume sowohl die drei Nebenaxen als auch die drei Zwischenaxen annähernd zweizählige Deckaxen.

Die Figg. 13 und 16 zeigen die active, die

1) Vergl. diese Zeitschr. 34, 588.

2) Vergl. Rosenbusch, Physiographie der massigen Gesteine 3. Aufl., S. 646.

Figg. 47 und 48 die inactive Anordnung der rechten und linken Gruppen innerhalb einer basischen Ebene. Die Vertheilung im Raume kann entweder in der Weise geschehen,

dass die der Schwerpunkte der einzelnen Gruppen nach dem dreiseitig prismatischen oder nach dem rhomboëdrischen Raumgitter erfolgt.

Fig. 49 zeigt die letztere für die inactive makroradiale, Fig. 20 dieselbe für die active brachyradiale Gruppe, wenn die eingeschriebenen Ziffern verschiedene horizontale Ebenen bedeuten.

Bei dem dreiseitig prismatischen Gitter sind sowohl die Nebenachsen als die Zwischenachsen zweizählige Deckachsen, beim rhomboëdrischen Gitter nur die Nebenachsen. Da man annehmen muss, dass die Symmetrieachsen des Gitters wenigstens annähernd auch Zwillingsachsen be-

Fig. 46.

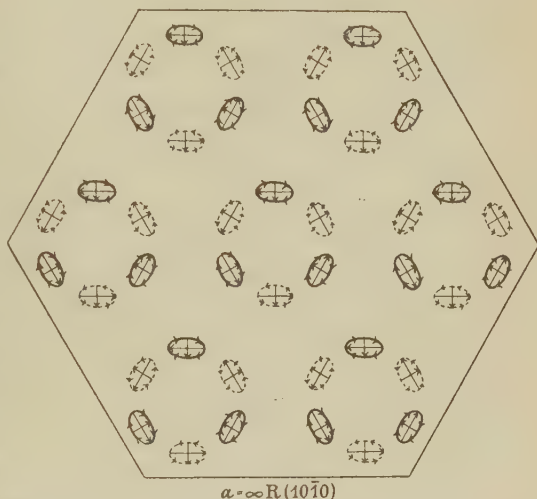
 $+l$


Fig. 47.

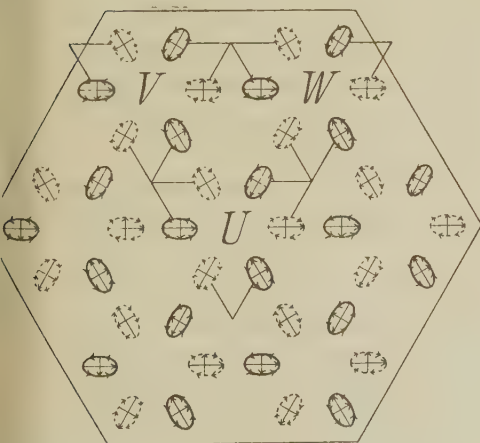
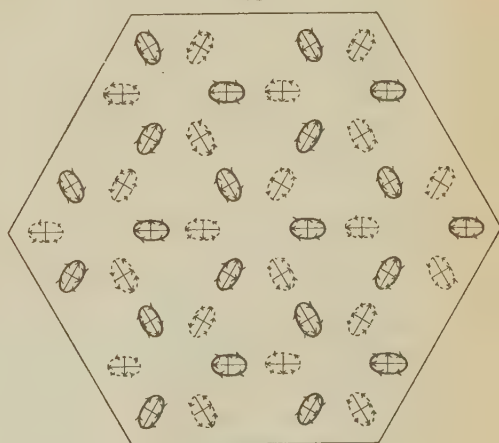
 $+r$


Fig. 48.

 $+l$


züglich der Vertheilung der Moleküle innerhalb der Gruppe sein müssen¹⁾, so folgt, dass für die brachyradiale Gruppe nur die rhomboëdrische, für

1) Vergl. diese Abh. S. 469.

die makroradiale Gruppe sowohl die rhomboëdrische, als die prismatische Anordnung möglich sind. Wie früher¹⁾ gezeigt wurde, ist die erstere Gruppe beim Quarz, die letztere beim Tridymit anzunehmen.

Fig. 19.

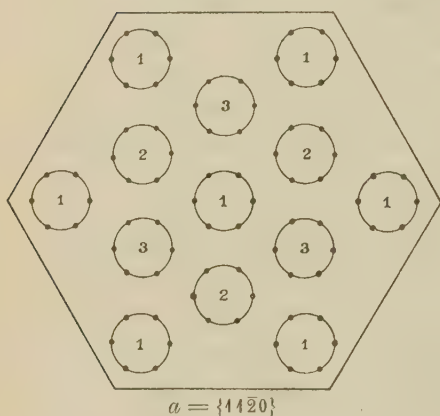
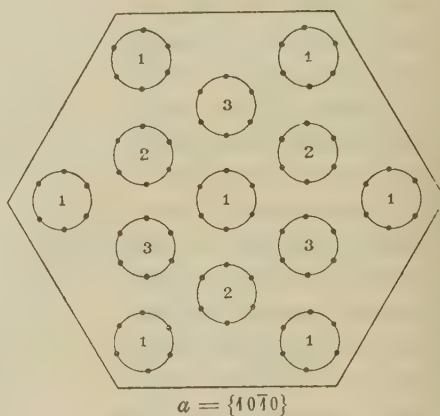
i

Fig. 20.

a

Da für das rhomboëdrische Raumgitter die Hauptaxe keine geradzählige Symmetrieaxe ist, so stehen die Raumgitter je zweier nach dem Dauphinéer Gesetze verwachsenen Individuen, auch wenn wir von der geringen Abweichung von $4'40''$ absehen, nicht parallel; die Zwillingsgrenze der beiden Individuen ist zugleich Homogenitätsgrenze des Raumgitters. Dagegen besitzen die nach dem brasilianischen Gesetze verwachsenen Individuen, wenn wir von etwaigen sekundären Störungen absehen, ein gemeinsames homogenes Raumgitter, weil $\{11\bar{2}0\}$ für das rhomboëdrische Raumgitter Symmetrieebene ist; die beiden Individuen unterscheiden sich hier nur dadurch, dass die einzelnen Moleküle des einen um ihre eigenen Axen gedreht erscheinen, so dass aus den rechtsdrehenden Gruppen linksdrehende wurden.

Wir können demnach zwei Arten von Ergänzungszwillingen unterscheiden, solche mit homogenem und solche mit heterogenem Raumgitter.

Die Schwerpunkte der makroradialen Gruppe können nach ihrer Symmetrie, wie erwähnt, sowohl nach dem dreiseitig prismatischen, als auch nach dem rhomboëdrischen Gitter im Raume angeordnet erscheinen. Bei dem ersteren liegen parallel orientierte Moleküle in unmittelbar benachbarten Molekularschichten vertical übereinander. Dasselbe ist bei den beiden rhombischen Raumgittern der Fall, bei welchen die Punktanordnung nach einem rhombischen Prisma oder nach einem rechtwinkligen Parallelepiped erfolgt. Beim Aragonit und Baryt ist eine derartige Anordnung nicht wahr-

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 584.

scheinlich¹⁾, sondern noch ein Massenpunkt im Schwerpunkte der einzelnen Maschen des Gitters anzunehmen. Auch für das dreiseitige prismatische Gitter leitete Riecke²⁾ aus der Annahme elektrisch polarer Moleküle eine geringere Stabilität ab als für das rhombische Gitter. Es scheint also auch für die makroradiale Gruppe das rhomboëdrische Raumgitter wahrscheinlicher.

Die scheinbar optisch inactiven Stellen innerhalb der brasilianischen Amethyste dürfen als homogene Massen nach unserer obigen Definition nicht bezeichnet werden. Ein regelmässiger periodischer Wechsel zwischen rechten und linken Gruppen wäre geometrisch nur nach übereinander folgenden basischen Schichten möglich; die Beobachtung zeigt jedoch, dass die gleichartigen Schichten parallel zu den Rhomboëderflächen liegen, und die Dreizähligkeit der trigonalen Axe macht eine zweistellige Periode für diese Flächen unmöglich. Zudem lassen auch die Uebergänge von dem deutlich erkennbaren Wechsel zwischen rechts und links drehenden Partien, also von der makro- oder mikroheterogenen Bildung zu den optisch inactiven Stellen erkennen, dass die letzteren nur als quasi homogene oder richtiger als kryptoheterogene Massen zu bezeichnen sind, indem die einzelnen homogenen Lamellen so fein werden, dass sie sich der Unterscheidbarkeit entziehen.

Wenn alle drei Stromkreise eines Moleküls einen von Null und von einander verschiedenen Werth besitzen, dann giebt es von der betreffenden Substanz zwei verschiedene Moleküle ϱ und λ^3 , welche sich dadurch von einander unterscheiden, dass der Stromsinn der beiderseitigen dritten Stromkreise entgegengesetzt ist, wenn beide Moleküle so orientirt sind, dass zwei Stromrichtungen des einen mit den entsprechenden des anderen parallel sind. Unter der Voraussetzung, dass in einem bestimmten Lösungsmittel sich nur solche Gruppen bilden, bei welchen die gleichen magnetischen Pole nach aussen gerichtet sind, bilden die Moleküle ϱ Gruppen von entgegengesetztem Drehungssinne als die Moleküle λ . Sind aber entweder zwei Stromkreise einander gleich (wie beim Quarz) oder erzeugt die Atombewegung für einen der drei Stromkreise das Drehungsmoment Null (wie man wohl beim Aragonit und Baryt annehmen muss), dann fällt der Unterschied zwischen ϱ und λ fort, und es bilden sich stets ebenso leicht wieder rechts- als linksdrehende Gruppen, auch wenn man etwa nur links- oder nur rechtsdrehende Krystalle in Lösung gebracht hat. Die Lösung muss daher im letzteren Falle stets inactiv sein; man kann deshalb derartige Moleküle inactiv nennen, wenn man die von einander verschiedenen Moleküle ϱ und λ , zu denen »die Moleküle mit asymmetrischem Kohlenstoffe« gehören, active nennt⁴⁾.

1) Vergl. diese Zeitschr. **30**, 59.

2) Ann. d. Phys. 1900, **3**, 545. Referat diese Zeitschr. **36**, 283.

3) Vergl. diese Zeitschr. 1900, **33**, 618.

4) Ebenda 1897, **30**, 60.

Man nimmt gewöhnlich an, dass die Körper mit activen Molekülen, d. h. also solche, welche active Lösungen bilden, nur in Symmetrieklassen mit enantiomorphen Formen krystallisiren. Zu diesen Körpern gehört die Cholsäure. Krystalle derselben, welche aus Isobutylalkohol auskrystallisirt waren, gehörten in Uebereinstimmung mit dieser Auffassung der monoklin hemimorphen Klasse an¹⁾, und zwar zeigten alle Krystalle (der in Lösung rechtsdrehenden Substanz) ohne Ausnahme nur ein und dasselbe Ende ausgebildet. Von den beiden enantiomorphen Körpern lag also nur der eine vor. Nachdem ich aber dieselben Krystalle in einem Gemisch von Aether und Wasser wieder aufgelöst hatte, schieden sich aus dieser Lösung vollständig symmetrische Krystalle aus, die man der monoklin holoëdrischen Klasse einreihen muss. Aus dieser Beobachtung geht also hervor, dass das von mir zuletzt angewendete Lösungsmittel, oder die sonstigen äusseren Bedingungen der Krystallisation sich in Bezug auf die Bildung von rechten (r) oder linken (l) Gruppen aus denselben activen Cholsäuremolekülen indifferent verhielten. Rechtsdrehende und linksdrehende Substanzen können sich bekanntlich zu einer inactiven Substanz, einer sogenannten racemischen Verbindung vereinigen. Die beiden Weinsäuren einerseits und die Traubensäure andererseits sind das allbekannte Beispiel. Die Bildung und Existenz einer racemischen Verbindung ist an bestimmte Temperaturgrenzen gebunden und zwar auch in festem Zustande. So entsteht z. B. nach v. Hoff nur oberhalb der Umwandlungstemperatur von 28° aus r- und l-Natrium-Ammoniumtartrat das Racemat, während unterhalb dieser Temperatur der umgekehrte Vorgang stattfindet. Auch jede active Substanz einer Art lässt sich für sich bei einer gewissen Temperatur in die inactive racemische Verbindung überführen. So liefert z. B. die r-Weinsäure zwischen 465° und 475° inactive Traubensäure. Dass die Traubensäure ein, wenn auch nur locker zusammengehaltenes Doppelmolekül von r- und l-Weinsäure darstellt, ergiebt sich daraus, dass sie schwerer löslich ist als ihre Componenten, und dass sie aus ihnen unter allerdings geringer Wärmeentwicklung entsteht. Infolge dessen ist auch die (trikline) Krystallform der Traubensäure nicht auf die (monokline) der Weinsäure zurückführbar.

Bei den symmetrischen Cholsäurekrystallen liegt eine solche racemische Verbindung nicht vor, denn diese haben dasselbe Axenverhältniss und dieselbe optischen Eigenschaften wie die hemimorphen Krystalle. Die Bildung der symmetrischen Krystallform der Cholsäure kann deshalb nur durch Bildung von rechten (r) und linken (l) Gruppen aus dem gleichen activen Molekül (q) und zwar in einer und derselben (indifferenten) Lösung erklärt werden.

Zu einem ähnlichen Resultate führt die oben erwähnte Beobachtung am Quarz. Die Uebergänge zwischen solchen Partien, welche deutlich die rechte und linke Drehung unterscheiden lassen, bis zu völlig inactiven

1) Vergl. diese Zeitschr. 1900, 33, 606.

Stellen einer Quarzplatte beweisen, dass im letzten Falle nur eine sehr innige Mischung von rechts- und linksdrehender Quarzmasse, also von Aggregaten rechter und linker Gruppen vorliegen. Ein Unterschied besteht aber darin, dass beim Quarz ein Unterschied zwischen rechten (ρ) und linken (λ) Molekülen nicht besteht, sondern nur ein Unterschied in der rechten und linken Orientirung des gleichen Moleküls, und dass sich deshalb beim Quarz aus jeder Lösung sowohl rechts- als linksdrehende Gruppen bilden.

Das Drehungsvermögen der activen Moleküle ist seinem numerischen Werthe nach (bei den Nicotinsalzen auch seinem Vorzeichen nach) abhängig vom Lösungsmittel¹⁾. Soll also auch die Drehung der Lösungen auf ähnliche Gruppenbildungen zurückgeführt werden, so müssen wir annehmen, dass in einem bestimmten Lösungsmittel die Gruppen einer Drehung mehr begünstigt sind, als die aus den gleichen activen Molekülen bestehenden Gruppen der entgegengesetzten Drehung. Freilich kann dieser Erklärung entgegengehalten werden, dass in Lösung die Gruppen grösstentheils in ihre Componenten gespalten seien; indessen zur Erklärung der Drehung des Lichtes genügt auch schon die Annahme, dass eine gewisse gegenseitige Orientirung je zweier in der Lösung sich bewegender Moleküle bei ihrer Annäherung bevorzugt sei. Dann hängt die zu beobachtende Activität von der Differenz der beiden entgegengesetzten Drehungen ab, welche in den inneren und äusseren Internolekularräumen stattfindet; bei inactiven Molekülen compensiren sich sowohl die inneren Felder unter sich, als auch die äusseren²⁾.

Den Einfluss des umgebenden Mediums auf die Ausbildung von rechten oder linken Formen zeigt in sehr auffallender Weise das flüssig-krystallinische Azoxyphenetol³⁾. Nach den Beobachtungen von O. Lehmann dreht sich ein Tropfen dieses Präparates, welcher von unten erwärmt wird, beständig entgegengesetzt zur Drehung des Uhrzeigers. Wird nun dem Tropfen ein wenig Zucker oder Cholesterylbenzoat zugesetzt, so erfolgt die Drehung im umgekehrten Sinne. Dieser Zusatz muss also die zuerst vorhanden gewesene Gruppe in die zu ihr enantiomorphe verwandelt haben; die Annahme, dass dabei auch die rechten Moleküle ρ sich in linke Moleküle λ verwandeln müssten, ist ebenso wenig wahrscheinlich, wie nöthig.

Auf Grund der Theorie der Molekulargruppen kann man sich diesen Vorgang folgenderweise mechanisch veranschaulichen: Die überwiegende Wärmebewegung erfolgt durch diejenigen Internolekularräume, innerhalb

1) Vergl. J. H. van't Hoff, Die Lagerung der Atome im Raume, S. 105.

2) Die gegenseitige Einwirkung in Lösung befindlicher Moleküle ist wohl unbestritten. Speciell mit Rücksicht auf active Lösungen schreibt van't Hoff (S. 100): »Die anomale Rotationsdispersion, z. B. bei Weinsäure in wässriger Lösung, die darin besteht, dass die Drehung mit der Farbe die Richtung wechselt, hängt offenbar mit dem Auftreten von Gleichgewichterscheinungen zusammen.«

3) Vergl. diese Zeitschr. 36, 278.

deren die umgrenzenden verticalen Molekularströme nach oben gerichtet sind; indem nun in allen diesen Räumen (bei optisch activen Körpern) die horizontalen Molekularströme im gleichen Sinne gegen den Wärmestrom gerichtet sind, erfahren alle Molekulargruppen den Antrieb zu der gleichen rückläufigen Drehung (vergl. Fig. 45 und 46 S. 490).

Wir können aus diesen Betrachtungen die beiden Sätze ableiten:

1) Inactive Moleküle liefern in jeder Lösung ebenso leicht rechte als linke Gruppen.

2) Active Moleküle von einer bestimmten Art (entweder ρ oder λ) bevorzugen je nach dem umgebenden Medium mehr oder weniger die rechte oder die linke Gruppe, und zwar bevorzugen die Moleküle ρ die entgegengesetzte Gruppe als die Moleküle λ . Bei den enantiomorphen Molekülen ρ und λ wird demnach in demselben Lösungsmittel die nach aussen gerichtete Orientirung derselben elektrischen oder magnetischen Pole in gleicher Weise bevorzugt.

Die Figg. 45 und 46 zeigen die active Anordnung von rechten und linken brachyradialen, die Figg. 47 und 48 die inactive Anordnung von rechten und linken makroradialen Gruppen unter der Voraussetzung, dass alle Südpole nach aussen gerichtet sind. Durch innige Mischung der Gruppen r und l wird die entsprechende kryptoheterogene Substanz scheinbar symmetrisch in Bezug auf die Zwischensymmetrieebenen. Sind alle Gruppen parallel orientirt, dann bilden die Zwillingselemente der Gruppe die Symmetrieelemente der homogenen Masse. Bei den kryptoheterogenen Massen kommen zu jenen »wahren Symmetrieelementen« noch die Pseudosymmetrieelemente, welche den Zwillingselementen für die (ungleich grossen) Individuen entsprechen. Unsere übliche Eintheilung der Krystalle in Symmetrieklassen beruht nicht nur auf den wahren, sondern auch auf den Pseudosymmetrieelementen. Für den Quarz haben wir die Regel erkannt, dass nur die Ergänzungszwillinge mit homogenem Gitter kryptoheterogene Massen bilden. Wenn also diese Regel allgemeine Gültigkeit hat, und wenn die Vermuthung, dass das dreiseitig prismatische Gitter überhaupt nicht existirt, sich bestätigt, dann sind alle scheinbar einfachen Krystalle mit sechszähliger Hauptaxe Ergänzungszwillinge mit heterogenem Gitter.

Auch nach unseren gegenwärtigen geltenden Grundsätzen der Systematik sind dann alle Symmetrieklassen mit sechszähliger Hauptaxe als Krystallklassen unmöglich.

Zur Prüfung dieser Frage müssen in erster Linie die Aetzfiguren dienen; aber auch diese können nicht unter allen Umständen entscheidend sein, weil bei der makroradialen Gruppe die Vertheilung der Moleküle innerhalb der basischen Schicht genau hexagonal ist und einzelne Formen,

die Pyramiden und das Prisma zweiter Art, auch bei dem rhomboëdrischen Gitter hexagonalen Querschnitt haben können. Ausser den Aetzfiguren aber können auch optische Feldertheilungen, als die Folge vicinaler Zwillingsbildung, die Inhomogenität scheinbar einheitlicher Massen zum Ausdruck bringen.

Von Mineralien werden jetzt gewöhnlich nur noch folgende den genannten Klassen eingereiht:

1) Beryll, Cancrinit und Davyn gelten als dihexagonal bipyramidal (hexagonal holoëdrisch).

2) Jodyrit als dihexagonal pyramidal (hexagonal hemimorph).

3) die Apatitgruppe als hexagonal bipyramidal.

4) Nephelin, Zinkit, Hydrotalkit und Pyroaurit als hexagonal pyramidal.

5) Für die hexagonal trapezoëdrische Klasse kennt man unter den Mineralien keine Vertreter.

ad 1). Ueber die Zugehörigkeit des Berylls zu der genannten Klasse ist bekanntlich keineswegs Uebereinstimmung vorhanden. Mehr oder weniger regelmässige zweiachsigte Felder nach den Kanten zwischen Prisma und Basis machen es vielmehr wahrscheinlich, dass die Hauptaxe auch hier keine sechszählige Symmetrieaxe ist¹⁾.

Die Krystallformen von Cancrinit und Davyn sind jedenfalls nicht derartig sicher gestellt, dass ihre Zugehörigkeit zur holoëdrischen Klasse ausser Zweifel stünde.

ad 2). Der Jodyrit wurde von V. v. Zepharovich als optisch einachsig bestimmt, »das Axenbild mit breitem verwaschenem Kreuz ist zuweilen etwas gestört«²⁾. Aetzfiguren sind mir nicht bekannt.

ad 3). Beim Apatit sind auf optischem Wege Sectorenbildungen mehrfach beobachtet³⁾ worden, so dass also auch hier Zwillingsbildungen vorliegen müssen.

ad 4). Auf der Basis von Nephelinkrystallen wurden von Baumhauer⁴⁾ Aetzfiguren erzeugt; er nahm zuerst an, dieselben entsprächen einer Zwillingsbildung nach den Flächen des zweiten Prismas, später nach solchen des ersten Prismas. Nach Wallerant⁵⁾ ist die Hauptaxe Zwillingsaxe, der Nephelin also aus der hexagonal pyramidalen Klasse zu entfernen.

Zinkit, Hydrotalkit und Pyroaurit sind zur Entscheidung dieser Frage jedenfalls nicht genügend bekannt.

Ein Mineral, bei welchem die Hauptaxe ohne Zweifel sechszählige Symmetrieaxe wäre, giebt es jedenfalls nicht.

Die Anzahl derjenigen Mineralien, bei welchen sich die Zwillingsbildung

1) Vergl. diese Zeitschr. **1**, 349 und **5**, 503.

2) Ebenda **4**, 449.

3) Ebenda **1**, 348.

4) Ebenda **27**, 523.

5) Ebenda **35**, 634.

nach (1 $\bar{2}$ 10) so häufig wiederholt, dass man diese Fläche als Symmetrieebene bezeichnet, ist bedeutend grösser; man kann etwa 60 Mineralien hierzu rechnen. Die Ausbildung der Ebene (1 $\bar{2}$ 10) zur Pseudosymmetrieebene kryptoheterogener Massen wird also nicht nur beim Quarz, sondern allgemein ungleich mehr begünstigt, als die Ausbildung der Hauptaxe zur scheinbar sechszähligen Symmetrieaxe.

Es besteht jedoch zwischen diesen 60 optisch inactiven Mineralien und dem activen Quarz ein wesentlicher Unterschied; bei den ersteren wird die isolirte Ausbildung der rechten oder der linken Form nur ausnahmsweise¹⁾ beobachtet, beim Quarz dagegen ist letzteres die Regel, die völlige Durchdringung bis zur scheinbaren Homogenität eine Ausnahme²⁾. Damit steht in Einklang, dass wir in der trigonal pyramidalen Klasse einen activen, aber keinen inactiven Körper kennen, und dass in der trigonal trapezödrischen Klasse auf acht active nur zwei inactive kommen³⁾.

Diese Wahrnehmung kann vielleicht auf die Verschiedenheit der beiderseitigen Raumgitter zurückgeführt werden. Bei der inactiven Anordnung (Figg. 47 und 48) stehen die Formen zweiter Ordnung der Rhomboëderfläche weniger nach in Bezug auf die Dichte der Massenzpunkte, als bei der activen Anordnung der Figg. 45 und 46. Bei der ersteren ist daher ein Wechsel zwischen rechter und linker Stellung innerhalb einer und derselben Fläche zweiter Art nicht begünstigt, bei der letzteren nicht innerhalb einer und derselben Rhomboëderfläche. Sobald daher ein Molekül etwa die rechte Stellung angenommen hat, dann folgen bei den inactiven Körpern alle Moleküle, welche derselben dem Prisma zweiter Art parallel gehenden Schicht angehören, der gleichen Orientirung; bei der activen Anordnung geschieht dies bezüglich der rhomboëdrischen Schichten. Bei der letzteren stehen deshalb Zwillingsebene und Verwachsungsebene auf einander senkrecht, bei der ersteren fallen sie zusammen, und darin mag vielleicht die Ursache des weit häufigeren Vorkommens von kryptoheterogenen Ergänzungszwillingen bei der inactiven Anordnung liegen. Wenn nun aber auch die kryptoheterogene Ausbildungsweise bei den hierher gehörigen Substanzen die Regel ist, so kann doch auch bei dieser unter besonderen Umständen eine phaneroheterogene oder gar eine getrennte Ausbildung der rechten und linken Krystalle vorkommen.

Man untersucht beim Quarz ausschliesslich die den Nebenaxen parallel gerichtete Polarität der Moleküle, während die zu den Zwischenaxen und die zur Hauptaxe parallel gerichtete Polarität nicht zur Geltung kommt.

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 593.

2) Ebenda **34**, 592.

3) Ebenda **30**, 326.

Die Fig. 15 lässt uns den Grund hierfür leicht ersehen. Da je zwei gegenüberliegende Moleküle einer Gruppe gegen einander um eine zu ihrer Verbindungslinie senkrechte Axe um 180° gedreht sind, so richtet die Gruppe parallel zu den Zwischenaxen nach zwei diametral entgegengesetzten Richtungen die gleichen elektrischen und magnetischen Pole. Deren Wirkung muss sich daher schon in geringem Abstände von der Gruppe compensiren. In ähnlicher Weise findet eine fast völlige Compensation der elektrischen und magnetischen Polarität der sechs Moleküle in der Richtung der Hauptaxe statt¹⁾. Die elektrische Polarität parallel zur Zwischenaxe und parallel zur Hauptaxe kann deshalb nur bei äusserst inniger Berührung zur Geltung kommen, wie es bei nichtleitenden Körpern bei der Reibung, bei entsprechend krystallisirenden leitenden Körpern bei thermoelektrischen Versuchen geschieht.

Auf Grund ihrer elektrischen und magnetischen Polarität in der Richtung der Hauptaxe und der Zwischenaxen lassen sich demnach zwei verschiedene Arten der sechsgliedrigen brachydiagonalen Gruppen unterscheiden. Bei der ersteren, elektrisch positiven (event. südmagnetischen) Art lagern sich drei quasi starre zweigliederige Gruppen derart um eine gemeinsame Axe, dass je eine Flächennormale derjenigen drei Moleküle mit dieser dreizähligen Deckaxe der Gruppe genau parallel geht, welche ihre elektrisch positiven (event. südmagnetischen) Pole in der Richtung dieser Axe nach der Aussen-seite der Gruppe richten; dieselben Gruppen werden in diesem Falle vermuthlich auch in der Richtung der Zwischenaxen die elektrisch positiven (südmagnetischen) Pole nach aussen kehren. Bei der zweiten, elektrisch negativen (event. nordmagnetischen) Art treten an die Stelle der elektrisch positiven (südmagnetischen) Pole die elektrisch negativen (nordmagnetischen) Pole.

Dieselbe Erscheinung hat bei der makrodiagonalen Gruppe in der Richtung der Hauptaxe nur die Verschiedenheit der beiden Enden dieser Axe zur Folge, aber unter Berücksichtigung der Polarität der Zwischenaxen sind auch bei dieser Gruppe dieselben beiden Arten zu unterscheiden.

Ob diese beiden, oder nur eine Art bei der Kieselsäure thatsächlich vorkommen, muss die Beobachtung ergeben.

Sowohl die elektrisch positiven, als auch die elektrisch negativen Gruppen zerfallen natürlich wieder in rechte und linke Gruppen.

3. Tetragonales System.

Sowie eine annähernd rhombische Form mit dem ungefähren Axenverhältnisse $a : b = 0,57735 : 1 = 1 : 1,7320$ die Grundlage der hexagonalen Gruppe bildet, so ist eine annähernd rhombische Form mit dem ungefähren

1) Vergl. diese Abb. S. 486.

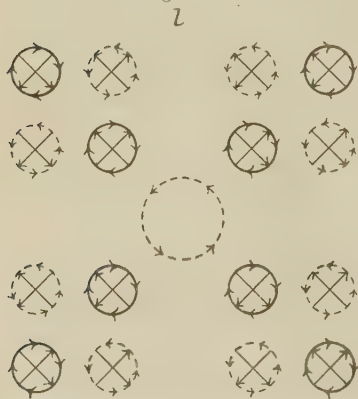
Axenverhältnisse $a : b = 1 : 1$ der Ausgangspunkt für die tetragonale Gruppe. Setzen wir voraus, die eine der beiden horizontalen Dimensionen habe in irgend einem Maassstabe gemessen den absoluten Werth 1, so muss zur Ermöglichung der tetragonalen Gruppe die andere Dimension annähernd denselben Werth haben; zur Ermöglichung der hexagonalen Gruppe dagegen kann diese entweder den ungefähren Werth 0,57735 oder den ungefähren Werth 1,7320 haben. Die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten der hexagonalen Gruppe ist daher doppelt so gross, als für die tetragonale Gruppe. Die thatsächlich bekannten hexagonalen Mineralien machen dementsprechend etwa 15 %, die tetragonalen 7 % der Gesamtheit aus.

Fig. 24.



Nebenstehende Fig. 24 entspricht den Bedingungen für den Aufbau der tetragonalen Körper. Die Moleküle 1 und 2 bilden die eine, die Moleküle 3 und 4 die andere zweigliedrige Theilgruppe. Die Schwerpunkte der vier Moleküle fallen zwar in dieselbe horizontale Ebene, aber die Flächen (001) der Moleküle 1 und 3 sind gegen die entsprechenden Flächen der Moleküle 2 und 4 geneigt. Die Normalen zu den Flächen (001) der Moleküle 1 und 3 seien die genau zweizählige Hauptaxe der Gruppe. Bezeichnen wir als Anordnung *a* diejenige, bei welcher die Gruppen einer horizontalen Schicht die durch die Moleküle hindurchgehende horizontale Axe nach dem Mittelpunkte des bei dem hexagonalen Systeme dreiseitigen, bei dem tetragonalen Systeme quadratischen intermolekularen Feldes richten, und als Stellung *b* diejenige, bei welcher die zwischen je zwei Molekülen liegende horizontale Axe nach dem genannten Mittelpunkte hinführt, so ergab die Anordnung *a* im hexagonalen Systeme (Figg. 15 und 16) eine optisch active, die Anordnung *b* (Figg. 17 und 18) eine optisch inactive Masse. Beim tetragonalen Systeme dagegen

Fig. 22.



führen beide Anordnungen zu einer inactiven Masse, wenn die Gruppen alle parallel orientirt sind. Im Gegensatze zur hexagonalen Gruppe können aber hier zwei Stellungen derselben Gruppe, von welchen die eine gegen die andere um 90° gedreht erscheint, regelmässig mit einander abwechseln und somit eine homogene Masse mit vierzähliger Hauptaxe bilden, welche der tetragonal pyramidalen Symmetrieklasse entspricht, oder der tetragonal trapezoëdrischen, wenn die Nebenachsen noch als Zwillingssachsen hinzukommen.

In der Anordnung *a* (Fig. 22) ist die Schicht optisch activ, in der Anordnung *b* erhalten wie dieselben Symme-

tricklassen, aber optisch inactiv. Zu der tetragonal pyramidalen Klasse gehören 0 active und zwei inactive Körper, zur tetragonal trapezoëdrischen Klasse vier active und zwei inactive. Da ausserdem im tetragonalen Systeme sowohl gleichartige, als auch rechte und linke Gruppen Ergänzungszwillinge mit homogenem Gitter, also kryptoheterogene Massen mit vierzähliger Pseudosymmetrieaxe zu liefern im Stande sind, so müssen hier die Symmetrieklassen mit vierzähliger Hauptaxe ungleich mehr bevorzugt sein als die diesen entsprechenden Symmetrieklassen mit sechszähliger Hauptaxe des hexagonalen Systems. Während die thatsächliche Existenz der letzteren überhaupt fraglich erscheint, ist das Verhältniss der Anzahl der tetragonalen Mineralien mit vierzähliger Axe zu der mit zweizähliger Axe wie 10 : 4.

Als Raumgitter kommen für das tetragonale System in Betracht das gerade quadratische Prisma, oder dasselbe mit einem Massenpunkte in der Mitte.

4. Reguläres System.

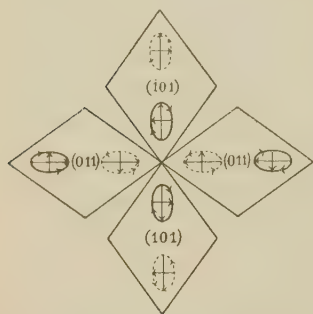
Die möglichst allseitig gleichartige magnetische (oder elektrische) Abgrenzung gegen den intermolekularen Raum wurde schon früher von mir als die Folge oder vielleicht auch als die Ursache der Gruppenbildung bezeichnet; sie verleiht der Gruppe eine gewisse Individualität. Bei der zweigliederigen Gruppe bleibt nun die in der Richtung der Deckaxe fallende magnetische Krafrichtung ganz uncompensirt (vergl. Fig. 4). Bei der tetragonalen Gruppe findet in Folge der Zweizähligkeit der Hauptaxe, bei der hexagonalen Gruppe in Folge der Dreizähligkeit derselben¹⁾ eine vollständige Compensation aller horizontalen Axen statt. Dagegen ist die Compensation in der Richtung der Hauptaxe in beiden Fällen keine vollständige, da die der Basis entsprechenden Flächen nicht bei allen vier bezügl. sechs Molekülen der Gruppe genau parallel liegen, und somit nur die Normalen von zwei bezügl. drei dieser Flächen mit der Richtung der Hauptaxe zusammenfallen, während die entgegengesetzt gerichteten magnetischen Axen der zwei bezügl. drei anderen Moleküle gegen die Hauptaxe geneigt sind. Da demnach in der Richtung der Hauptaxe nur eine theilweise Compensation stattfindet, so bleibt die eine Richtung derselben vorwiegend magnetische Nord-, die andere vorwiegend magnetische Südrichtung. Bei beiderseits ausgebildeten Krystallen tritt allerdings vielfach dadurch eine gewisse Compensation ein, dass die Nebenaxen Zwillingsaxen der Krystalle werden.

Bei einer Reihe anderer Mineralien wird die magnetische Polarität dieser zwei-, vier- und sechsgliederigen Gruppen dadurch compensirt, dass mehrere gleichartige Gruppen nochmals sich zu einer Gruppe höherer Ordnung, zu einer regulären Gruppe zusammenlagern.

1) Vergl. auch diese Zeitschr. 1899, 32, 43.

Die zweigliederige Gruppe kann als Teilgruppe einer regulären rhombendodekaëdrischen Gruppe auftreten, sobald ihr angenähert rhombisches Gitter ungefähr dem Axenverhältnisse $a : b : c = 0,7071 : 4 : 4$ entspricht. Zwölf zweigliederige Gruppen müssen dann derart in Zwillingsstellung treten, dass die jedesmalige Normale zu dem basischen Pinakoide

Fig. 23.



des einen der beiden Moleküle mit der Normale zur Rhombendodekaëderfläche zusammenfällt. In Fig. 23 ist wieder die Annahme gemacht, dass die den ausgezogenen Stromkreisen entsprechenden Südpole nach aussen gerichtet seien. Mit Bezug auf die Anordnung der Schwerpunkte der Moleküle entspricht die rhombendodekaëdrische Gruppe der holoëdrischen Symmetrieklasse des regulären Systems; dagegen mit Berücksichtigung der Stromrichtungen nur der tetartoëdrischen Klasse desselben Systems. Als positive Stellung

mag diejenige bezeichnet werden, bei welcher am oberen Ende der verticalen Axe die in der Ebene (010) liegenden Stromrichtungen divergiren, dagegen die in der Ebene (100) liegenden Stromrichtungen convergiren (vergl. Fig. 23).

Durch Drehung um 90° um die Hauptaxe geht die positive Aufstellung in die negative über. Werden dagegen die Stromrichtungen der den kurzen Diagonalen parallel gehenden Stromkreise umgekehrt, so geht die positive rechte Gruppe der Fig. 23 in die positive linke über.

Sechs vierzählige Gruppen, deren Axenverhältniss $a : c$ annähernd gleich $1 : 1$ ist, in ähnlicher Weise über die sechs Würfelflächen gelegt liefern eine regulär hexaëdrische Gruppe, welche ebenso wie die vorige bezüglich der Vertheilung der Schwerpunkte der Moleküle der regulär holoëdrischen, mit Rücksicht auf die Richtung der Stromkreise der regulär tetartoëdrischen Klasse entspricht.

Im tetragonalen Systeme konnte durch regelmässige Abwechselung von positiver und negativer Orientirung eine active Structur erzeugt werden. Bei dem hexaëdrischen Typus des regulären Systems fällt diese Möglichkeit in Folge der Dreizähligkeit der Normale zu (111) fort.

Vier sechsgliederige Gruppen mit dem ungefähren Axenverhältnisse $a : c = 1 : 1,22474$ nach den Flächen des Tetraëders angeordnet liefern eine regulär tetraëdrische Gruppe, welche nach der Anordnung der Schwerpunkte der hexakistetraëdrischen, mit Berücksichtigung der Stromrichtungen der regulär tetartoëdrischen Symmetrieklasse entspricht. Auf der Tetraëderfläche kann die sechsgliederige Gruppe entweder die Lage i (Fig. 24) oder die Lage a (Fig. 25) annehmen. Als positive Stellung muss diejenige

bezeichnet werden, bei welcher eine Fläche der tetraëdrischen Gruppe im Oktanten vorn oben rechts liegt.

Acht sechsgliedrige Gruppen mit dem gleichen Axenverhältnisse wie vorhin nach den Flächen des Oktaëders angeordnet würden eine regulär oktaëdrische Gruppe liefern. Da aber diese Anordnung die gleichmässige magnetische Abrundung

nur durch eine complicirtere Gruppe erreichen würde, — die tetraëdrische Gruppe besteht ebenso wie die rhombendodekaëdrische und die hexaëdrische Gruppe aus 24 Molekülen, während die oktaëdrische Gruppe 48 Moleküle nöthig hätte —, so mag die Frage nach dem thatsächlichen Vorkommen der oktaëdrischen Gruppe offen bleiben¹⁾. Ebenso wenig lässt sich wohl schon darüber entscheiden, ob nicht auch monokline oder triklone Theilgruppen eine reguläre Gruppe erzeugen, deren Typus die 24-Flächner und die 48-Flächner wären. Auch in diesem Falle wäre die Complication der Gruppe eine grössere, als bei den besprochenen regulären Grenztypen. Dazu kommt ferner noch der Umstand, dass bei den complicirteren Typen auch der Zusammenhang zwischen den parallelen Theilgruppen innerhalb einer und derselben Schicht lockerer wird. Dagegen liessen die Eigenschaften des Christobalits²⁾ auf die Existenz einer Gruppe schliessen, welche eine Combination der rhombendodekaëdrischen mit der oktaëdrischen bezügl. tetraëdrischen Gruppe darstellt.

Im regulären Systeme sind drei verschiedene Raumgitter möglich, in deren Schnittpunkten wir uns die Schwerpunkte der genannten regulären Gruppen denken müssen: a) nach Würfeln, b) nach Würfeln mit einem Punkte im Centrum (vgl. Fig. 26), c) nach Würfeln mit einem Punkte in der Mitte jeder Würfelfläche.

Wenn wir uns die zwei-, vier- oder sechsgliedrige Gruppe nach irgend einem dieser Systeme im Raume angeordnet denken, so würde die betreffende Masse noch keineswegs nothwendig regulären Charakter haben; so lange die genannten Gruppen alle parallel orientirt sind, ist die Masse je nach der Gruppe und deren Orientirung entweder rhombisch, tetragonal

Fig. 24.

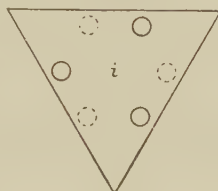


Fig. 25.

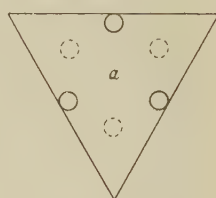
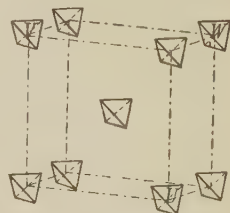


Fig. 26.



1) Bei den bisher von mir dem oktaëdrischen Typus zugeschriebenen Mineralien kann mit demselben Rechte auch der tetraëdrische Typus angenommen werden, und es wurde deshalb zuweilen der letztere neben dem ersteren in einer Klammer hinzugefügt.

2) Vergl. diese Zeitschr. 34, 586.

oder hexagonal, wenn auch mit genau regulären geometrischen Verhältnissen. Der Uebergang der hexagonalen Masse z. B. in die reguläre tritt dadurch ein, dass die in den Schnittpunkten des rhomboëdrischen Gitters mit den Axenverhältnissen $a : c = 1 : 1,22474$ gedachten sechsgliedrigen Gruppen sich in gesetzmässiger Weise nach den Flächen des regulären Tetraëders orientiren, wobei die Schwerpunkte dieser hexagonalen Gruppen keine Veränderungen ihrer Lage vorzunehmen brauchen, falls das rhomboëdrische Gitter genau obiges Axenverhältniss hatte. Mögen die Schnittpunkte der Fig. 27 zu Anfang mit untereinander parallel gestellten hexagonalen Gruppen besetzt sein, deren trigonale Axen alle einer und derselben Diagonale des Würfels parallel gehen, dann stellt diese einen rhomboëdri-

Fig. 27.

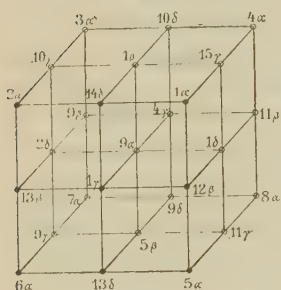


Fig. 28.

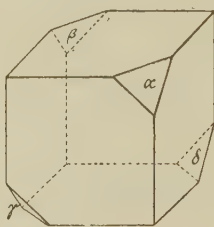
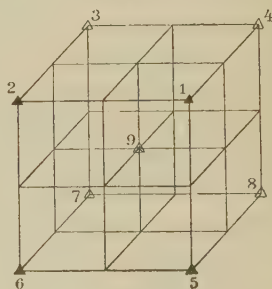


Fig. 29.



schen Krystall mit regulären Dimensionen dar. Aus diesem wird erst dann ein regulärer Krystall, wenn die hexagonalen Gruppen, ohne die Lage ihrer Schwerpunkte zu ändern, die vier verschiedenen Orientirungen $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ annehmen, welche den Tetraëderflächen $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ der Figur 28 entsprechen. Je vier hexagonale, mit der gleichen Ziffer versehene Gruppen der Fig. 27 bilden dann also ein reguläres Tetraëder. Fig. 29 giebt die Lage der Schwerpunkte der in Fig. 27 mit den gleichen Ziffern versehenen Tetraëder an. Auch diese liegen auf den Schnittpunkten eines Gitters, aber ihre Anordnung entspricht dem kubischen Gitter mit einem Massenpunkte in der Mitte. Die in der Fig. 29 nicht mit Ziffern versehenen Schnittpunkte enthalten auch keine Tetraëderschwerpunkte. Dem rhomboëdrischen Gitter des hexagonalen Systems entspricht also der tetraëdrische Typus des kubischen Gitters mit einem Massenpunkte im Centrum des Würfels.

Schnitte parallel einer Oktaëderfläche dieses Gitters haben genau hexagonalen Charakter und zwar entspricht bei der Lage i (Fig. 24) der sechsgliedrigen Gruppen auf den Tetraëderflächen die oktaëdrische Schicht UVW der Fig. 26 genau der inactiven hexagonalen Anordnung der Fig. 17, wobei die Buchstaben UVW der beiden Figuren einander entsprechen; dagegen bedingt die der Fig. 25 entsprechende Anordnung a der hexa-

gonalen Gruppe auf der Tetraëderfläche eine der activen Anordnung der Fig. 15 entsprechende oktaëdrische Schicht.

Die optisch activen regulären Körper haben bekanntlich die Eigenschaft, dass gleich dicke Platten eines activen Krystalles unabhängig von ihrer Orientirung die Polarisationssebene des gleichen homogenen Lichtes um den gleichen Betrag drehen. Es ist bisher nicht gelungen, diese Thatsache mit den Theorien von Mallard und Sohncke in Einklang zu bringen; dagegen führt die kinetische Theorie ¹⁾ unter Voraussetzung der soeben angegebenen Structur zu Resultaten, welche mit der Beobachtung genau übereinstimmen.

Es sind bisher vier reguläre, optisch active Körper bekannt geworden, welche der regulär tetartoëdrischen (tetraëdrisch-pentagondodekaëdrischen) Klasse angehören.

Durch Drehung um die Hauptaxe um 90° geht die positive Stellung in die negative über. Durch innige Mischung derselben Substanz in beiden Stellungen geht aus der homogenen regulär tetartoëdrischen die kryptoheterogene regulär plagiëdrische (pentagon-ikositetraëdrische) Masse hervor. Da diese Masse bei dem tetraëdrischen Typus einen Zwilling mit heterogenem Gitter darstellen würde, so sind kryptoheterogene regulär plagiëdrische Krystalle bei diesem Typus unmöglich. Die gewöhnlich dieser Klasse zugerechneten Mineralien der Steinsalzgruppe müssen also entweder einem der beiden anderen Typen angehören, oder sie gehören, was wahrscheinlicher ist, in die tetartoëdrische Klasse. Weil optische Activität im regulären Systeme nur bei dem tetraëdrischen Typus möglich ist (wenn wir von dem oktaëdrischen absehen), so kann eine optisch active Substanz in der plagiëdrischen Klasse nicht vorkommen, es ist auch keine derartige bekannt.

Die Anordnung der Schwerpunkte der Moleküle entspricht, wie erwähnt, bei dem rhombendodekaëdrischen und dem hexaëdrischen Typus der hexakisoktaëdrischen (holoëdrischen), bei dem tetraëdrischen Typus der hexakistetraëdrischen Symmetrieklasse. Durch Bildung von kryptoheterogenen Massen haben wir deshalb in diesen beiden Klassen auch die meisten Vertreter des regulären Systems zu erwarten.

Wenn wir die näher untersuchten Mineralien in der üblichen Weise nach den fünf regulären Klassen vertheilen, dann fallen etwa 13% auf die tetartoëdrische, 3% auf die pentagon-ikositetraëdrische, 5% auf die dyakisdodekaëdrische, 21% auf die hexakistetraëdrische und 58% auf die hexakisoktaëdrische Klasse, wobei allerdings wohl zu beachten ist, dass mit der Zeit vielleicht ein grosser Theil der der letzteren Klasse zugeschriebenen

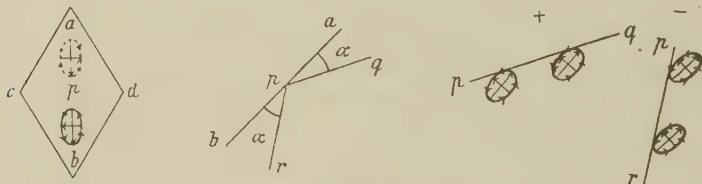
1) Ann. d. Phys. 1899, 67, 474. Ref. diese Zeitschr. 35, 494.

Krystalle sich nicht als krypto-, sondern als phaneroheterogene Massen erweisen werden.

Dass zur Erklärung der beobachteten Krystallklassen auch heterogene Bildungen benutzt werden, obwohl in den 230 verschiedenen Arten regelmässiger Punkthaufen für jede der 32 Symmetrieklassen die entsprechende homogene Structur vertreten ist, dafür giebt uns die Chemie ganz analoge Beispiele. Nach der Valenztheorie ist eine unbeschränkte Anzahl verschiedener Kieselsäuren möglich. Lässt man aber die Oxyde zweiwerthiger Metalle, etwa von *Mn* oder *Mg*, auf *SiO₂* unter Umständen einwirken, unter denen Salzbildung erfolgen muss, und wählt das Verhältniss so, dass es weder der Formel *MgSiO₃* noch der Formel *Mg₂SiO₄* entspricht, sondern einer zwischen beiden liegenden complicirteren Säure, so entsteht doch stets ein Gemenge der beiden Salze. Dasselbe tritt ein, wenn *Mg*, *Fe*, *Ca* sich in Schlacken zu krystallisirten Verbindungen vereinigen. Auch bei Gesteinsbildungen tritt diese Erscheinung zu Tage¹⁾. Aehnlich ist auch die Beziehung zwischen den geometrisch denkbaren und den thatsächlich bei den Krystallen vorkommenden homogenen Structurarten zu denken. Von der grossen Zahl der ersteren sind aus mechanischen Gründen nur sehr wenige in der Krystallwelt verwirklicht. Diese wenigen homogenen Formen erzeugen aber durch Zwillingsbildung heterogene Aggregate von grösserer Mannigfaltigkeit.

Denken wir zwei Schnitte *pq* und *pr* parallel zur kurzen Diagonale *cd* einer Rhombendodekaëderfläche etwa von (104) gelegt (vgl. Fig. 30), welche beide die Fläche (104) unter dem gleichen Winkel α , aber in verschiedenem

Fig. 30.



Sinne schneiden, so entspricht der Schnitt *pq* der Lage eines positiven, der Schnitt *pr* der des entsprechenden negativen Pentagondodekaëders (Pyritoëders). Die Figuren + und - deuten die Lage der parallel den Würfelflächen laufenden Stromkreise gegen die positiven und negativen Pentagondodekaëder an. Beide Pyritoëder haben also physikalisch eine durchaus verschiedene Bedeutung. Ist das eine Pentagondodekaëder glänzend ausgebildet, so kann das andere ebenso gut matt ausgebildet erscheinen, als auch fehlen. Finden sich an ein und demselben Individuum matte und glänzende Penta-

1) Vergl. Groth, Tabellarische Uebersicht der Mineralien 4. Aufl., S. 403.

gondodekaëder in der gleichen Stellung wie es neuerdings von A. Sachs am Langbeint beobachtet wurde¹⁾, so verräth dies eine Zwillingsbildung, bei welcher das eine Individuum um 90° um die Hauptaxe oder, was zum gleichen Resultate führt, um 180° um die Normale zum Rhombendodekaëder gedreht ist.

Beim Uebergange der positiven rechten in die positive linke Form bleibt die Richtung der makrodiagonalen Stromkreise unverändert; der physikalische Unterschied der beiden Pentagondodekaëder bleibt also auch in der dyakisdodekaëdrischen Klasse, welche als eine kryptoheterogene Mischung aus rechten und linken Formen aufgefasst werden kann, erhalten.

Dieselbe Erscheinung ist übrigens beim Quarz allbekannt. Die Lage des negativen Rhomboëders ist gegen die des positiven um 180° gedreht. Beide Formen können durch die entsprechende Drehung zur Deckung gebracht werden. Aber die physikalische Verschiedenheit der beiden Formen lässt sich nicht nur bei einfachen Krystallen, sondern auch an den Dauphinéer Zwillingen, bei welchen positive und negative Rhomboëder in gleicher Stellung vorkommen, mit Hülfe der Aetzfiguren leicht erkennen.

Wesentlich verschieden von der eben besprochenen Verschiedenheit der positiven und negativen Pyritoëderflächen ist die thermoëlektrische Verschiedenheit, welche die Mineralien der Pyritgruppe erkennen lassen, und die bereits 1844 von Hankel²⁾ beschrieben wurde. Er fand, dass Pyritkrystalle, welche von Würfel und Oktaëder umgrenzt waren, sich gegen Kupfer thermoëlektrisch positiv verhielten, während solche, bei denen vorwiegend {210} die Umgrenzung bildete, sich theils positiv, theils negativ verhielten. Diese Beobachtung am Pyrit wurde von Marbach³⁾ und Friedel⁴⁾ im Wesentlichen bestätigt. Stefan⁵⁾ sowie Schrauf und Dana⁶⁾ fanden, dass auch der Bleiglanz thermoëlektrisch theils positiv, theils negativ sei. G. Rose und P. Groth⁷⁾ beobachteten, dass beim Pyrit der Würfel sowohl selbständig als in Combinationen im Allgemeinen häufiger bei den positiven, als bei den negativen Krystallen vorkommt, das Oktaëder viel häufiger bei den negativen. Endlich unterschied Curie⁸⁾ zweierlei Arten von Pyritkrystallen nach der Streifung. Bei der ersten Art verläuft diese parallel der Combinationskante von (210):(100); im zweiten Falle parallel der Symmetrielinie der Flächen des Pentagondodekaëders. Bei der ersten

1) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, 19.

2) Pogg. Ann. 1844, 62, 197.

3) Compt. rend. 1857, 45, 707.

4) Ann. chim. phys. 1869, 16, 14.

5) Pogg. Ann. 1865, 124, 632.

6) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1874, 69, 148.

7) Pogg. Ann. 1874, 142, 1.

8) Bull. soc. min. d. France 1885, 8, 127. Referat diese Zeitschr. 12, 649.

Art treten neben dem Pyritoöder {210} hauptsächlich der Würfel und das Dyakisdodekaöder {321} auf; bei der zweiten Art das Dyakisdodekaöder {442} und des Ikositetraöder {244}; die erste Art ist elektrisch positiver als Antimon, die zweite negativer als Wismuth. Ferner beobachtete Curie auch regelmässige Verwachsungen von positivem und negativem Pyrit in Form dünner Schichten parallel zum Pyritoöder {210}.

Es fragt sich nun, sind diese beiden geometrisch und physikalisch von einander verschiedenen Arten von Pyrit ebenso wie die matten und rauhen Pyritoöderflächen beim Langbeinit nur als Folge einer Verschiedenheit in der Ausbildung der äusseren Flächen zu erklären, indem die gleiche Masse in einem Falle das positive Pentagondodekaöder {210}, im anderen das negative {420} ausgebildet hat? Gegen eine solche Deutung spricht schon die von P. Groth¹⁾ hervorgehobene Seltenheit der Combinationen von positiven und negativen Formen, nicht minder die von Friedel²⁾ als Gegenbeweis gegen diese Auffassung angeführten Beobachtungen von Stefan, Schrauf und Dana am holoëdrischen Bleiglanz. Endlich wäre es bei dieser Annahme ganz unmöglich, dass auch die Würfel und Oktaöderflächen, welche zwischen den positiven und negativen Flächen liegen, an dem einen Ende der thermoelektrischen Spannungsreihe aufträten. Eine Analogie zwischen der Verwachsung von thermoelektrisch positivem und negativem Pyrit und den Dauphinéer Zwillingen ist daher ausgeschlossen. Man muss deshalb die Frage erwägen, ob hierbei eine Analogie mit den Brasilianischen Zwillingen möglich sei, bei welchen nicht wie bei den Dauphinéern dieselbe Masse in verschiedener Stellung, sondern zwei enantiomorphe Massen miteinander verwachsen sind, zumal die Art der Verwachsung in dünnen, der Aussenform parallelen, entgegengesetzten Schichten, wie Groth³⁾ hervorhebt, der der Brasilianischen Zwillinge entspricht. Diese Auffassung liegt um so näher, nachdem von Zepharovich⁴⁾ eine tetartoëdrische Ausbildung gewisser Pyritvorkommen beobachtet wurde, sodass also die Annahme der Existenz rechter und linker Pyritmassen ermöglicht wurde. Indessen auch dieser Auffassung widerspricht die Thatsache, dass dieser thermoelektrische Unterschied auch beim holoëdrischen Bleiglanz beobachtet wurde. Ausserdem hat der bei den Pyriten erster und zweiter Art beobachtete Unterschied einen ganz anderen Charakter, als die Verschiedenheit zwischen zwei enantiomorphen Körpern. Bei letzteren treten stets dieselben Formen auf, nur bei dem einen die rechten, bei dem anderen die linken. Das physikalische Verhalten beider Körper ist genau dasselbe, nur sind die entsprechenden Richtungen innerhalb der gleichen Ebenen entgegengesetzt. Beim

1) Diese Zeitschr. **12**, 650.

2) Compt. rend. 1874, **78**, 508.

3) Groth, Physik. Krystallographie 3. Aufl., 1895, S. 542.

4) Sitzungsber. k. Akad. Wiss. Wien 1869, **60** (I), 809.

Pyrit dagegen ist die erste Art geometrisch durch die Formen {100} und {321}, die zweite durch die Formen {442} und {244} charakterisirt. Die Pyritmasse verhält sich bei der ersten Art thermoëlektrisch positiv, bei der zweiten thermoëlektrisch negativ. Die beiden Pyritarten können deshalb den rechten und linken Quarzen nicht als Analoga zur Seite gestellt werden. Die Verwachsung der thermoëlektrisch positiven und negativen Pyrite entspricht also weder den Dauphinöer noch den Brasilianischen Zwillingen des Quarzes. Auf Grund der fünf Symmetrieklassen des regulären Systems lässt sich der Unterschied der thermoëlektrisch positiven und negativen Pyrite überhaupt nicht erklären. Er ergibt sich dagegen als eine Nothwendigkeit auf Grund der Theorie der Molekulargruppen.

Je nachdem in Folge einer Verschiedenheit der äusseren Bedingungen während der Krystallisation die überwiegend magnetischen Südpole, oder die überwiegend magnetischen Nordpole genau senkrecht zu der für die Gruppe typischen Fläche gerichtet werden, sind bei den regulären Körpern, mögen dieselben der holoëdrischen oder einer meroëdrischen Klasse angehören, zwei physikalisch und geometrisch verschiedene Modificationen möglich. Nehmen wir an, der rhombendodekaëdrische Typus läge beim Pyrit vor. In dem einen Falle kommt dann die Polarität der in der Figur mit voller Linie angedeuteten Moleküle in der Richtung der Normalen zum Rhombendodekaëder voll zur Geltung, während von der ihr entgegengesetzt gerichteten Polarität der durch gestrichelte Linien angedeuteten Moleküle nur eine Componente in diese Richtung fällt. In dem anderen Falle ist das Verhältniss dieser, elektrisch und magnetisch zum Ausdruck kommenden Polarität gerade umgekehrt. Die Enden der Hauptaxen verhalten sich ebenfalls bei beiden Gruppen verschieden. Bei der einen convergiren dort die den Würfflächen parallel gehenden Stromrichtungen derjenigen Moleküle, deren eine Axe der Rhombendodekaëdernormalen genau parallel geht; bei der anderen convergiren dort die entsprechenden Stromrichtungen derjenigen Moleküle, deren eine Axe gegen die genannte Normale geneigt ist. Die hierdurch charakterisirte Verschiedenheit kann sich unzweifelhaft auch geometrisch geltend machen. Die beiden Gruppen unterscheiden sich aber nicht bezüglich der Anordnung der Schwerpunkte der Moleküle; es muss daher die Art der Verwachsung der entsprechenden Masse der Zwillingsverwachsung von rechten und linken Quarzmassen entsprechen, da das Raumgitter in beiden Fällen ein homogenes ist.

Es sind namentlich in den letzten Jahren eine Reihe von Körpern bekannt geworden, welche bei einer bestimmten Temperatur in ein anderes Krystallsystem übergehen. O. Lehmann führt in seiner Molekularphysik (S. 453—486) 33 derartige enantiotrope Körper auf.

4) Salpetersaurer Ammoniak ist über 427^0 regulär, zwischen 427^0 und 870 hexagonal rhomboëdrisch, unterhalb 870 rhombisch.

2. Kalisalpeter, über 430^0 hexagonal-rhomboëdrisch, unterhalb 430^0 rhombisch.

3) Silbernitrat, aus dem Schmelzflusse rhomboëdrisch, aus wässriger Lösung rhombisch; die rhomboëdrische Modification wandelt sich bei gewöhnlicher Temperatur, die rhombische bei 459^0 in die andere um.

4) Aus rhombischem Aragonit wird bei Rothgluth rhomboëdrischer Calcit.

5) Silbernitrat, aus dem Schmelzflusse regulär, beim Abkühlen tetragonal, beim Erwärmen wieder regulär.

6) Jodsilber, aus dem Schmelzflusse regulär, wird bei 446^0 doppeltbrechend, und bleibt bei gewöhnlicher Temperatur hexagonal.

7) Quecksilberjodid, aus Lösung tetragonal (roth), durch Sublimation rhombisch gelb. Die aus Jodkalium erhaltenen Krystalle sind normal einaxig; die aus gewissen organischen Lösungsmitteln erhaltenen Krystalle bestehen aus dünnen, der Basis parallelen optisch zweiaxigen Lamellen, welche abwechselnd rechtwinkelig gekreuzt sind.

8) Quecksilber-Kupferjodid und 9) Quecksilber-Silberjodid. Die Umwandlung wird durch die Farbenänderung, nicht krystallographisch charakterisirt.

40) Schwefelquecksilber, als Metacinnabarit (schwarz) regulär, als Cinnabarit (roth) hexagonal, trigonal-trapezoëdrisch. Nach Fuchs kann man die schwarze Modification aus der rothen durch starkes Erhitzen und rasches Abkühlen erhalten.

44) Schwefelsilber. Der rhombische Akanthit und der reguläre Argentit können nach O. Lehmann in einander übergeführt werden. Nach Hittorf tritt eine Umwandlung bei 480^0 C. ein. Wird Schwefelsilber längere Zeit auf einer solchen Temperatur gehalten, »so bedeckt sich die Oberfläche mit feinen glatten glänzenden Krystallen, die Rhombendodekaëder sind«.

42) Schwefelkupfer. Nach Hittorf wandelt sich die rhombische Modification bei 403^0 in die reguläre um.

43) Bleioxyd. Die tetragonale (rothe) Modification wird durch Erhitzen in die rhombische (gelbe) Modification übergeführt. Die letztere zeigt häufig pseudotetragonale und pseudokubische Verwachsung; beim Reiben der rhombischen Form entsteht die tetragonale.

44) Antimonjodür, hexagonal, rhombisch und monoklin; die rhombische Modification wandelt sich bei 444^0 , die monokline bei 425^0 in die hexagonale Form um.

43) Kaliumsulfat. Die rhombische Form wird zwischen 600^0 und 650^0 hexagonal.

46) Natriumsulfat, verhält sich nach Wyruboff¹⁾ analog.

47) Chromsaurer Kalium; beim Erhitzen auf schwaches Glühen entsteht eine ausserordentlich grosse Zahl von Zwillinglamellen.

48) Kaliumbichromat, bei gewöhnlicher Temperatur triklin; die bei höherer Temperatur entstehenden Formen sind krystallographisch nicht genügend bekannt.

49) Leadhillit, monokline Blättchen lassen zwischen 285^0 und 287^0 Zwillingstreifen erkennen, bei 300^0 werden sie einheitlich optisch einaxig.

20) Kryolith, beim Erhitzen bis zum Anschmelzen tritt Zwillingbildung ein.

21) Leucit, bei gewöhnlicher Temperatur optisch zweiaxig, bei 450^0 regulär.

22) Boracit, verhält sich ähnlich, die Umwandlungstemperatur liegt bei 265^0 .

23) Kieselsäure; der rhombische Tridymit wird bei 430^0 hexagonal, der tetragonale Christobalit bei 475^0 regulär.

1) Vergl. diese Zeitschr. **21**, 284.

24) Chinondihydroparadicarbonsäureester. Es tritt bei bestimmter Temperatur eine Farbenänderung der weissen triklinen Modification ein; das Krystallsystem wird nicht angegeben.

25) Aethylaminchlorhydrat; auch hier fehlt die Angabe des Systems.

26) Paraphenylendiamin; wird ein rhombischer Krystall erwärmt, so zerfällt er in ein Aggregat von monoklinen Krystallen.

27) Dreifachchlorkohlenstoff. In heisser Lösung erscheinen die Krystalle isotrop, bei der Abkühlung werden diese zunächst triklin, dann rhombisch.

28) Vierfachbromkohlenstoff, aus dem Schmelzflusse regulär, beim Abkühlen doppeltbrechend.

29) Kupfervitriol, bei gewöhnlicher Temperatur triklin, die Krystallform einer zweiten, aus heisser Lösung krystallisirenden Modification wird nicht angegeben.

30) Eisenvitriol, bei gewöhnlicher Temperatur monoklin, die Krystallform der zweiten Modification unbestimmt.

34) Schwefel, der aus dem Schmelzflusse entstandene monokline Schwefel wird bei der Abkühlung rhombisch.

32) Zinn ist tetragonal und rhombisch, die aus dem Schmelzflusse entstehende Form ist tetragonal.

33) Eisen. Die Structuränderungen lassen sich zur Zeit noch nicht auf bestimmte Krystallformen zurückführen.

Setzen wir als Stufenfolge fest: 1) rhombisch, 2) monoklin, 3) triklin, 4) tetragonal, 5) hexagonal, 6) regulär, so ergiebt obige Zusammenstellung, dass in 24 Fällen die höhere Temperatur die höhere Stufe begünstigt; in einigen dieser Fälle wird der Uebergang durch vorhergehende Zwillingsbildung der Krystallmassen vermittelt; in zwei weiteren Fällen wird nur diese Zwillingsbildung der Massen bei höherer Temperatur beobachtet, in acht Fällen genügen die krystallographischen Angaben nicht zur Einordnung der Krystallformen in obige Stufenfolge; nur in zwei Fällen, beim Quecksilberjodid und beim Bleioxyd, widerspricht der Sinn der Umwandlung der Regel; aber auch bei ihnen treten eigenthümliche Nebenerscheinungen ein, welche vielleicht ihr entgegengesetztes Verhalten zu mildern geeignet sind. Wenn die Zusammenstellung auch durchaus keinen Anspruch auf Vollständigkeit machen darf, so ist es aber doch ausgeschlossen, dass die in ihr enthaltene Regel das Resultat eines Zufalles sei.

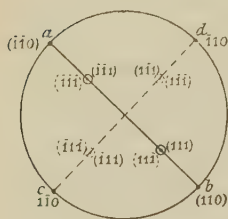
Nach der Theorie der Molekulargruppen entspricht der obengenannten Stufenfolge vermuthlich eine fortschreitende Polymerisation in Folge molekularer Zwillingsbildung. Dass nun aber diese gerade bei steigender Temperatur eintrete, mag vielleicht um so auffallender erscheinen, »wenn man berücksichtigt, dass wohl jede Verbindung bei genügend hoher Temperatur der sichtbaren Dissociation unterliegt«¹⁾. Aber trotzdem besitzt die Polymerisation der genannten Körper bei höherer Temperatur eine vollständig sichergestellte Analogie in den sogenannten racemischen Verbindungen. So entsteht z. B. nur oberhalb der Umwandlungstemperatur von 28° aus

1) J. H. van't Hoff, Die Lagerung der Atome im Raume 2. Aufl., 1894, S. 5.

r- und l-Natriumammoniumtartrat das Racemat, während unterhalb dieser Temperatur der umgekehrte Vorgang stattfindet. Zwischen 165° und 175° verwandelt sich die r-Weinsäure auch ohne die gleichzeitige Gegenwart von l-Weinsäure in Traubensäure, und da diese letztere ein Doppelmolekul von r- und l-Weinsäure darstellt¹⁾, so »liegt hier sogar eine allgemeine Methode zur Darstellung eines entgegengesetzt activen Derivates aus seinen Isomeren vor: Racemisirung durch Hitze und Spaltung des Productes«²⁾. Auch »diese Isomererscheinungen stehen offenbar in gewissem Gegensatze zur Bewegung, denn sie kommen bei steigender Temperatur, d. i. bei steigender Bewegung, sogar zum Verschwinden und prägen sich im entgegengesetzten Falle mit stets schrofferer Selbständigkeit aus. Wer dennoch Bewegung annehmen will, der denke sich die ruhenden Systeme (»bei welchen die Valenzeinheiten des Kohlenstoffatoms nach den Ecken des regulären Tetraëders gerichtet sind«), als Ausdruck bestimmter Lagen, um welche die Bewegung wohl periodisch stattfindet«³⁾.

Zur Erklärung der Umwandlung einer activen Substanz in die inactive auch ohne die Anwesenheit der entgegengesetzten oberhalb einer gewissen Temperatur geht man von der Vorstellung aus, dass die mit dem Kohlenstoff verbundenen Atome oder Atomgruppen lineare Schwingungen um die Ruhelage innerhalb zweier zu einander senkrechter Ebenen ausführen. Seien die Gleichgewichtslagen der vier mit Kohlenstoff verbundenen Atome oder

Fig. 34.



Atomgruppen etwa auf einer Kugelfläche in den Punkten (111) , $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}1\bar{1})$ (Fig. 34) und mögen die beiden ersteren in den Schnittcurven der Kugelfläche mit der zu $(1\bar{1}0)$ bezügl. $(\bar{1}\bar{1}0)$ parallelen diametralen Ebene ab , die beiden letzteren in der Schnittcurve der Kugelfläche mit der zu (110) bezüglich $(\bar{1}\bar{1}0)$ parallelen diametralen Ebene cd schwingen; erreicht die Amplitude einen solchen Werth, dass die Atome die in der Ebene (001) auf

der Kugelfläche gelegenen Punkte (110) , $(\bar{1}\bar{1}0)$, $(1\bar{1}0)$, $(\bar{1}10)$ berühren, dann können diese ebenso leicht wie ihre alten Gleichgewichtslagen auch die Punkte $(11\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}1\bar{1})$ auf der Kugelfläche erreichen und dann um diese Eckpunkte des Gegentetraëders ihre Schwingungen ausüben. Ersetzen wir diese specielle Annahme der Wärmeschwingung der Atome nach zwei bestimmten auf der Kugelfläche liegenden Linien durch die allgemeinere, schon von Clausius ausgesprochene Annahme, dass die Atome um ihre Ruhelage irgendwelche geschlossene Curven beschreiben, dann kann jener Uebergang aus der Oscillation um die eine Ruhelage in die andere, d. h. eines

1) Vergl. diese Abh. S. 494.

2) J. H. van't Hoff, S. 34.

3) Ebenda S. 5.

activen Moleküls in das zu ihm enantiomorphe und somit der Uebergang einer einzigen activen Substanz in die inactive, in gleicher Weise gedacht werden.

Der Wärmeinhalt eines Körpers besteht nicht nur aus den Oscillationen der Atome, sondern auch aus solchen des Aethers, welche beide von einander abhängig sein müssen. Sowie die linearen Schwingungen eines Lichtstrahles beim Eintritte in einen Krystall in zwei Componenten nach den zu einander senkrechten Richtungen der grössten und kleinsten optischen Elasticität zerfallen, so können auch diejenigen Schwingungen des Aethers, welche einen Bestandtheil des Wärmeinhaltes eines Krystalles bilden, keine ungeordneten, sondern nur polarisirte Bewegungen darstellen. Die Curven dieser Aetherschwingungen müssen ebenfalls in Componenten zerfallen, welche in den zu einander senkrechten Ebenen der maximalen, der minimalen und einer mittleren Elasticität liegen. Da die Elasticität des Aethers von den Oscillationen der Massentheile abhängt, so kommen aus Symmetriegründen für diese Ebenen entweder drei Würfebenen oder eine Würfebene und zwei zu ihr senkrechte Rhombendodekaëderebenen in Betracht, wenn die Oscillationen der Atome um die Eckpunkte eines Tetraëders stattfinden. Sind alle vier mit einem Kohlenstoffatom verbundene Atome verschieden, dann giebt deren Bewegung nicht nur die Lage, sondern auch die Richtung der Aetherschwingung — des Molekularstromes — innerhalb dieser Ebenen an. Die drei Molekularströme sind dann vollständig bestimmt, und zwar entspricht dann jedem Molekül ϱ , bei welchem die Oscillation der Atome um die Eckpunkte des positiven Tetraëders stattfindet, ein ihm enantiomorphes Molekül λ , bei welchem die Eckpunkte des negativen Tetraëders die Ruhepunkte darstellen, um welche die Atome in gleichem Sinne kreisen, wie bei den Molekülen ϱ . Beide Moleküle lassen sich so orientiren, dass entweder alle drei Ströme von λ den entsprechenden von ϱ entgegengesetzt gerichtet sind, oder wenn zwei Ströme von λ den entsprechenden von ϱ parallel orientirt werden, dann sind die dritten entgegengesetzt. Sobald aber nur zwei Atome gleich sind, dann verschwindet der Unterschied von ϱ und λ ; dann ist das Drehungsmoment der Atombewegung für diejenige Rhombendodekaëderfläche, welche auf der Verbindungslinie der Ruhepunkte der beiden gleichen Atome senkrecht steht, gleich Null; in diese Ebene fällt dann also ein Minimum, und die Aetherbewegung kann in dieser Ebene sowohl in dem einen als in dem anderen Sinne erfolgen. Ganz analog wie diese letzteren Moleküle verhalten sich auch die Doppelmoleküle der racemischen Verbindungen. Die drei Molekularströme des Aethers vermitteln die Fernwirkung, also auch die gegenseitige Wirkung zwischen den einzelnen Molekülen eines Körpers; sie bilden daher die Grundlage der kinetischen Krystalltheorie. In Folge des geringen Durchmessers der Strombahnen und in Folge der Gruppenbildung erstreckt sich diese Fernwirkung nur auf sehr kurze Abstände von

den Molekülen. Auch die Polarität¹⁾ und die Enantiopolarität²⁾ der Moleküle kann auf entsprechende kinetische Eigenschaften dieser Molekularströme zurückgeführt werden.

Mallard war der Ansicht³⁾, dass alle Krystalle ein angenähert reguläres Raumgitter hätten. Dies wird durch die vorstehenden Untersuchungen beim Baryt und Quarz zwar nicht bestätigt, dagegen ist bei beiden Mineralien das frei gedachte elementare Raumgitter annähernd rhombisch. Als ein Grund für ein rechteckiges Raumgitter kann die zu einander senkrechte Stellung der drei Molekularströme gelten, dann muss die geringe Abweichung des elementaren Gitters von der rhombischen Symmetrie wohl als eine Störung in Folge secundärer Einflüsse, vielleicht der gegenseitigen Einwirkung der elektrostatischen Pole betrachtet werden.

Sowohl die Eigenschaften des Aragonits⁴⁾ als auch des Baryts⁵⁾ lassen erkennen, dass der wachsende Krystall bestrebt ist, möglichst nach allen Seiten die gleichartigen (elektrischen oder magnetischen) Pole der äusseren Umgebung entgegenzurichten, und dass diese gleichartige Abgrenzung nach aussen durch Zwillingsbildung in höherem Maasse erreicht wird als bei einfachen Krystallen. Tschermak erwähnt (S. 7), dass bei den gewundenen Bergkrystallen »zuerst ein Krystall mit einer solchen Prismakante, welche Trapezoëderflächen trägt, an der Unterlage anwächst«, und dass der am freien Ende liegende »Krystall, welcher sich zuletzt gebildet hat, der Gipfelkrystall«, zwar wie die anderen zusammengesetzt ist, aber er zeigt »doch an seiner vorderen Prismakante, durch welche die Stammaxe hervorbrechend zu denken ist, an der Gipfelkante keine Trapezoëderflächen« (S. 5). Auch hier war also während des Wachstums in gesetzmässiger Weise ein bestimmter Pol nach aussen gerichtet. Noch bekannter ist dieselbe Erscheinung beim Kieselzinkerz, welches in der Regel den analogen Pol nach aussen richtet.

Dieselbe gleichartige Abgrenzung nach aussen ist auch die Folge der zuweilen durch vorhergehende Zwillingsbildung der Massen eingeleitete Bildung von Molekulargruppen. Dies ist eine Bestätigung der Vermuthung⁶⁾, dass an den Zwillingsgrenzen der Krystallmassen dieselben Molekulargruppen existiren, welche für sich ein höheres Krystallsystem charakterisiren. Wenn nur einzelne Moleküle diese Gruppenbildung vornehmen, dann veranlasst dies Zwillingsbildung; wenn es bei allen Molekülen geschieht, dann bedeutet dies eine Umwandlung in ein höheres Krystallsystem.

Der engere Zusammenschluss einer Anzahl von Molekülen zu einer Gruppe entspricht, wie aus den Figuren 9—14 unmittelbar ersichtlich ist,

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 597.

2) Ebenda **34**, 600.

3) Ebenda **35**, 632.

4) Ebenda **30**, 323.

5) Ebenda **28**, 97.

6) Diese Abh. S. 480.

dem elektrodynamischen Gleichgewicht der zur Gruppe gehörenden Molekularströme. Aber es muss noch eine andere Ursache vorhanden sein, welche die gleichartige Abgrenzung der verschiedenen Gruppen gegen das gleiche äussere Medium veranlasst, und diese kann nur in dem Verhältnisse vermuthlich des magnetischen Verhaltens der Krystallmoleküle zu dem der Umgebung bestehen.

Endlich aber muss noch ein weiteres Princip existiren, welches der Gruppenbildung entgegenwirkt. Man könnte an die mit Wärmeschwingung verbundene Centrifugalkraft denken, aber diese ist bei dem hier in Betracht kommenden Zerfall der Gruppen ausgeschlossen, da dieser nicht bei höherer, sondern bei niedrigerer Temperatur eintritt. Van't Hoff spricht (S. 5) die Ansicht aus, dass zur Herstellung des Gleichgewichtes zwischen den attractiven und repulsiven Kräften »statt der sonst eine Rolle spielenden Centrifugalkraft eine Abstossung mit ins Spiel kommen muss, da die Wirkung der Materie (Atome) allein als unzureichend sich herausstellt, und noch etwas hinzukommen muss, vielleicht die Elektrizität«. Die einander zugekehrten gleichartigen elektrostatischen Pole der Moleküle einer Gruppe wirken in der That auf einander abstossend, und da die Gruppenbildung bei höherer Temperatur mehr begünstigt ist, so muss man vermuthen, dass bei dieser das Verhältniss der die Gruppenbildung fördernden Momente zu der elektrischen Abstossung sich zu Gunsten der ersten vermehre. Diese Vermuthung scheint in dem Verhalten des Boracits eine Bestätigung zu finden, welcher bei derselben Temperatur die reguläre Form annimmt, bei welcher die elektrische Erregbarkeit verschwindet¹⁾. Dass das Verschwinden der elektrischen Erregbarkeit die Ursache und nicht die Folge der molekularen Umwandlung sei, dafür spricht der Umstand, dass man diese Erregbarkeit nach den vier trigonalen Axen bei der der äusseren Form entsprechenden tetraëdrisch-hemiëdrischen Symmetrie des regulären Boracits ebensowohl erwarten sollte als beim Quarz nach den drei Nebenaxen²⁾.

Ausser den in der obigen Zusammenstellung angeführten Körpern verdienen noch der Quarz, das Zinksulfid und der krystallisirte Kohlenstoff ein besonderes Interesse.

Auch der Quarz erleidet bei höherer Temperatur (1000°) eine Umwandlung, aber nicht in ein höheres Krystallsystem, sondern in Tridymit. Dass auch hierbei die Abgrenzung der Molekulargruppe nach aussen gleichartiger wird, lässt der Vergleich der Figuren 9 und 10, welche die Gruppe des Quarzes darstellen, mit den entsprechenden Figuren 11 und 12 des Tridymits erkennen, denn bei den ersteren liegen drei, bei den letzteren sechs Moleküle in derselben Ebene³⁾.

1) Vergl. diese Zeitschr. **34**, 589.

2) Ebenda **32**, 43 ff.

3) Vergl. diese Abh. S. 480.

Scheinbar entgegengesetzt wie die Mehrzahl der vorher genannten Körper würde sich das Zinksulfid verhalten, wenn die Angaben von Haute-feuille und Mallard, nach welchen die reguläre Blende durch Erhitzen in hexagonalen Wurtzit überführbar sei, vollständig richtig wären. Haute-feuille¹⁾ beobachtete, dass bei gewissen Zinkblenden die Zwillingsbildung nach der trigonalen Axe bezügl. nach (211) sich nicht nach allen vier trigonalen Axen in gleicher Weise vollzieht, sondern dass immer die Zwillingsbildung nach der einen Axe gegenüber der nach den drei anderen bedeutend vorherrscht. Er fand ferner, dass dieselben Blenden auch auf das polarisierte Licht einwirken. Er schloss daraus, es hier mit einer optisch einaxigen Substanz zu thun zu haben, deren optische Axe mit der hervorgehobenen vorwaltenden Richtung zusammenfalle. Nach lang anhaltender Glühhitze konnte dann auch an anderen Spaltstücken von Zinkblende eine noch stärkere Einwirkung auf das polarisierte Licht in gleichem Sinne wie vorhin wahrgenommen werden. Mallard²⁾ schloss aus diesen Beobachtungen, dass die Blendekrystalle aus einem submikroskopischen Zwillingsgemisch von Wurtzitlamellen bestehen, und nahm an, dass die Wärme eine neue Gruppierung bewirke und die Lamellen einander parallel ordne.

Dass die Zwillingsbildung vorwiegend nach einer von mehreren gleichwerthigen Ebenen oder Axen erfolgen kann, wurde von mir auch am Kalkspath³⁾ beobachtet, welcher durch das Vorherrschen von Lamellen nach einer der drei Flächen von {1012} einen monoklinen Habitus annehmen kann. Deshalb aber den Calcit monoklin zu nennen, halte ich nicht für berechtigt⁴⁾. Die Bevorzugung der einen oder anderen der drei Zwillings Ebenen muss vielmehr auf eine gegenseitige Beeinflussung der Lamellen zurückgeführt werden. In der Nähe der Zwillingsgrenze verhalten sich die dieser parallel gehenden Richtungen anders als die sonst gleichwerthigen, aber dieser Grenze nicht parallelen Richtungen. Diese Verschiedenheit kann dann die Veranlassung nicht nur zu optischen Anomalien⁵⁾, sondern auch zur Bildung anderer Lamellen geben, welche jener Zwillingsgrenze parallel gehen. Hat also zufällig eine Zwillingsgrenze auch nur eine geringe Bevorzugung vor den beiden anderen erfahren, so kann die ihr parallele Richtung während des Wachsthum, oder bei der Entstehung von neuen Zwillingslamellen unter sonst gleichen Umständen auf Kosten der beiden anderen noch mehr bevorzugt werden, ohne dass man annehmen müsste, dass dann auch alle Moleküle sich zu den gleichen Gruppen vereinigen müssten. Uebrigens ist die Erscheinung bei der Blende auch insofern von anderer Art, als nach Brauns jene fragliche scheinbar einheitliche Umwandlung in die hexagonale

1) Vergl. diese Zeitschr. 8, 400.

2) Ebenda 9, 404.

3) Ebenda 20, 464.

4) Ebenda 30, 66.

5) Vergl. diese Abh. S. 490.

Form nur bei schneller Abkühlung, nicht aber beim Erhitzen und nachheriger vorsichtiger Abkühlung der Blende eintritt. Die bei höherer Temperatur stattfindende Zwillingsbildung der Blende entspricht natürlich völlig dem Gesetze der gleichartigeren Abgrenzung der Gruppe gegen die Umgebung. Wenn nun thatsächlich alle regulären Gruppen sich zu je zweien zu derartigen hexagonalen Gruppen zusammenlagerten, wie sie dieser Zwillingsbildung entspricht, dann würde der Wurtzit einen von dem für den Quarz und den Tridymit durch die Figuren 9 bis 42 angedeuteten abweichenden hexagonalen Typus darstellen; aber von der Voraussetzung ausgehend, dass die einfachere Structur unter sonst gleichen Bedingungen die wahrscheinlichere ist, wird man die Ueberführbarkeit der Blende in Wurtzit durch die Wärme vorläufig noch als zweifelhaft anzusehen haben.

Durch die Untersuchungen Moissan's scheint es dagegen festzustehen dass der Kohlenstoff bei genügend hohem Drucke als Diamant in regulärer bei niederem Drucke als Graphit in hexagonaler Form krystallisirt. Wenn man annehmen darf, dass auch bei der Temperaturerhöhung eine Vermehrung des Aetherdruckes stattfindet, dann veranlasst beim Diamanten die gleiche Ursache die Auslösung der die Gruppenbildung erschwerenden elektrischen Spannungen wie bei den früher genannten Körpern.

Nachtrag zu S. 477.

Wie ich dem inzwischen erschienenen Referate (diese Zeitschr. 36, 172) entnehme, hat auch Samojloff sehr ähnliche Figuren beobachtet und mit den von Valentin beobachteten ausführlich verglichen. »Auf einer Fläche {004} sind solche Dreiecke in entgegengesetzter Lage auf beiden Seiten einer dunklen Linie, welche parallel der a -Axe geht«. S. »meint, dass diese Bildungen keine Aetzfiguren, sondern Reibungsflächen« seien. Auch wenn ich von der Uebereinstimmung dieser natürlichen Figuren mit den von mir beim Baryt und Aragonit erhaltenen künstlichen Aetzfiguren absehe, ist mir deren Deutung als »Reibungsflächen« unverständlich.

XXIX. Auszüge.

1. K. Busz (in Münster i. Westf.): **Mittheilungen über den Granit des Dartmoor Forest in Devonshire, England, und einige seiner Contactgesteine** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, Beil.-Bd. 13, 90—139, Taf. X).

Der Granit von Hay Tor bei Bovey Tracey, im nördlichen Theile des Gebirges, ist porphyrisch durch das Auftreten grosser, weisser Feldspathkrystalle, bis zu 10 cm lang bei ca. 3 cm Durchmesser. Als Bestandtheile dieses Granits werden Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Muscovit, Turmalin, Zirkon, Titanit und opakes Erz näher beschrieben. An der Grenze des Granits gegen einen durch Contactwirkung hornsteinartig gewordenen Schiefer bei Bovey Tracey treten grobkörnige und feinkörnige Granite mit und ohne porphyrisch ausgeschiedene Bestandtheile auf. Grosse Plagioklase (1—1,5 cm) des letzteren Gesteines sind dadurch ausgezeichnet, dass Krystalle, die zahlreiche Zwillingsslamellen nach dem Albitgesetze aufweisen, nach dem Karlsbader Gesetze mit einander verwachsen sind, wobei sich in vereinzelter Fällen letztere Zwillingbildung mehrfach wiederholt. Dieser Feldspath ist Oligoklas (spec. Gew. 2,64; SiO_2 64,52 %).

Der Granit von South Brent im südöstlichen Theile des Gebirges enthält Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Turmalin, hellen Glimmer, wenig Apatit und vereinzelt Zirkon. In Hohlräumen zeigt der Turmalin wohlausgebildete Krystalle: $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$, $\{0001\}$.

In Blöcken unter den Geröllen des Avon-Rivers zeigt sich Porphyry, der eigenartige Feldspatheinsprenglinge von 2 mm Länge und 1 mm Breite enthält. Der Kern besteht aus Labrador (Auslöschungsschiefe im Maximum 17° — 18° , polysynthetische Zwillingsslamellirung), die verschieden breite Randzone aus Orthoklas. Ueber die Art der Verwachsung wird angegeben, dass sie »gesetzmässig, parallel der Verticalaxe« erfolgt sei. Die holokrystalline Grundmasse zeigt in einem mosaikartigen Gewebe von Orthoklas- und Quarzkörnchen zahlreiche, äusserst kleine Leistchen von Turmalin, dann unzählige tafelförmig ausgebildete, farblose Kryställchen mit deutlich hexagonaler Umgrenzung, welche sich als Korund erwiesen. Der Korund soll auf endomorphe Contacterscheinung hinweisen. Ebenso wie sich Korundkryställchen an dem Contact des Porphyrs gegen den Thonschiefer ausserordentlich anhäufen, so soll der Korund in der Grundmasse des Porphyrs dem Thonerdegehalt absorbirter Theile des Thonschiefers seine Entstehung verdanken.

Von den Contactgesteinen von South Brent (gegen Thonschiefer der devonischen Formation) zeigen die Thonschieferhornfelse parallel der Schieferung dünne Lagen strahliger Aggregate von Aktinolith, frei von dem schwarzen Pigment

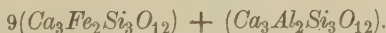
der Schiefer, das sich aber zwischen ihnen in rundlichen Parteen angesammelt hat, gemengt mit Erzen und zwar besonders Magnetkies.

In den Andalusithornfelsen derselben Contactzone zeigen die gewöhnlich $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ cm langen, meist nicht über $\frac{1}{2}$ mm dicken, zum Theil noch recht frischen Krystalle von Andalusit deutlich den charakteristischen Pleochroismus. Sie verwittern zu einem schuppigen oder faserigen, hellgrauen oder schmutziggrauen, vermuthlich muscovitartigen Minerale. Randlich sind die Andalusitkrystalle von einer Zone hellbraun gefärbter Turmalinnadeln oder Körner umgeben. Mehrfach beobachtete knieförmige Verwachsung zweier Individuen wird »mit allem Vorbehalt« als eine Zwillingsbildung nach {111} gedeutet. Infolge der senkrecht zu einander stehenden *c*-Axen löschen beide Individuen gleichzeitig aus; die Zwillingsgrenze ist aber durch den Pleochroismus erkennbar.

In ähnlicher Weise wie in anderen Granitecontactzonen haben sich aus den Kalksteinen der devonischen Schichten Contactgesteine gebildet, die durch ihre Mineralassociation besondere Beachtung verdienen: Granat, nur {110} zeigend, vom Rhombendodekaëdertypus (Klein). Chemische Zusammensetzung:

<i>SiO</i> ₂	37,47
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	2,80
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	26,93
<i>CaO</i>	32,34
<i>K</i> ₂ <i>O</i>	0,58
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	0,65
	100,47

Ausserdem Spuren von *MnO*, *MgO* und *Na*₂*O*; *FeO* fehlt vollständig. Es entspricht dies der Formel



Von kochender Salzsäure wird der Granat stark angegriffen. Spec. Gew. 3,65. — Datolith bildet zuckerkörnige, weisse Aggregate, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Granatkrystallen ausfüllen und durch ihr Verhalten vor dem Löthrohre und gegen Reagentien erkannt wurden. Spec. Gew. 2,76, niedriger wie sonst, infolge Beimengung von Quarz. In der Analyse wurde *B*₂*O*₃ aus dem Verluste berechnet:

<i>SiO</i> ₂	36,40
<i>B</i> ₂ <i>O</i> ₃	24,65
<i>CaO</i>	34,55
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	} 4,68
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	
<i>K</i> ₂ <i>O</i>	Spur
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	Spur
<i>H</i> ₂ <i>O</i>	6,02
	100,00

Diese Zusammensetzung eines (Contact-) Gesteines ist bisher noch nicht beobachtet. Das Verhalten des Datolith unter dem Mikroskope wird genauer angegeben. Andere Mineralien betheiligen sich nicht an der Zusammensetzung des Granatfels. Wollastonit fehlt völlig in diesen aus Kalkstein entstandenen Contactproducten. — Augit (Hedenbergit) tritt in graugrünen strahligen Aggregaten neben dem Granatfels, zusammen mit Granat, Datolith, Axinit und Quarz,

auf; ausgezeichnete prismatische Spaltbarkeit; in Zwischenräume ragen gut auskrystallisirte Individuen hinein, Comb.: {400} {040} {110} {001} {111}.
Zusammensetzung:

SiO_2	49,29
Al_2O_3	0,29
Fe_2O_3	4,92
FeO	16,70
MnO	0,86
CaO	22,55
MgO	5,49
	100,10

Der Gehalt an Fe_2O_3 ist wohl ursprünglich als FeO vorhanden gewesen. Zwillingsbildung polysynthetisch bei oft recht schmalen Zwillingslamellen häufig nach {400} und nach {001}. — Axinit tritt mit brauner oder bräunlich-violetter Farbe einmal als Zwischenklemmungsmasse in unregelmässig gestalteten Körnern zwischen den Augitnadeln und dann in grösseren Aggregaten mit mehr oder weniger gut ausgebildeten Krystallen auf. — Quarz entweder mit Datolith als Zwischenklemmungsmasse in häufig gut ausgebildeten Krystallen oder allein in unregelmässig gestalteten Körnern und Aggregaten.

Es werden noch die Veränderungen beschrieben, welche die Diabase und Schalesteine in der Contactzone des Granits von Dartmoor theils durch Gebirgsdruck, theils durch den Granit erlitten haben, doch können diese Verhältnisse hier nicht besprochen werden, ebenso wie von den zahllosen petrographischen Einzelheiten der Arbeit im Vorstehenden kein Auszug gegeben werden konnte.

Ref.: Erich Kaiser.

2. E. Breusing († in Hannover): **Untersuchungen über Breithaupt's Manganocalcit (Agnolith Breusing)** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1900, Beilage-Band 13, 265—330).

Sehr ausführlich wird zunächst die Geschichte des »Manganocalcit« (Breithaupt) [faseriger Braunspath (Werner)] angeführt. Dieses aus Schemnitz in Ungarn stammende Mineral wurde von Breithaupt als ein radialstrahliges Mineral beschrieben, das zum Manganspath in derselben Beziehung stehen sollte wie der Aragonit zum Kalkspath. Krenner bezweifelte (diese Zeitschr. 8, 242) die rhombische Natur des Minerals und glaubte die rhomboëdrische Natur nachgewiesen zu haben. Des Cloizeaux wies sodann an ihm von Freiberg zugesandtem Materiale triklone Natur nach (diese Zeitschr. 9, 288; 11, 207). Rammelsberg erklärte sodann das Mineral als ein Gemenge eines Carbonats mit einem Silicat.

Verf. untersuchte nun das in Freiberg und in Berlin befindliche Material, um das Wesen des Breithaupt'schen Manganocalcits auf Grund chemisch-analytischer und zum Theil optischer Untersuchungen von Neuem zu ergründen.

Wie sich aus den Analysen und den Betrachtungen der Dünnschliffe ergibt, ist der »Manganocalcit« ein Gemenge, in dem ein triklines Mineral den bei weitem grössten Theil ausmacht und so den radialstrahligen Aggregaten das Gepräge eines anscheinend homogenen Körpers giebt, eines Minerals von radialstrahliger Textur mit einer charakteristischen, sehr leicht zu erkennenden Spaltbarkeit in der Längsrichtung der Fasern. Eine mechanische Trennung des triklinen von dem begleitenden Minerale, einem sehr fein vertheilten Dolomit oder Braunspath,

liess sich nicht durchführen. Bei der leichten Angreifbarkeit durch Säuren war auch eine chemische Isolirung nicht möglich. Eine Bestimmung war nur auf Grund der chemischen Analyse möglich. Die Kohlensäure wurde mit CaO und MgO als Carbonatbeimengung in Abzug gebracht. In der folgenden Tabelle sind zunächst die für das Gemenge gefundenen Werthe, darunter die für das triklone Mineral erhaltenen, und zuletzt die Verhältnisse der Atomzahlen aufgeführt:

I. Durchschnittsergebniss der drei Analysen des »faserigen Braunspath« Werner's aus der Werner-Sammlung zu Freiberg.

II. Analysenergebniss des Breithaupt'schen Manganocalcits aus der jetzt fortgeführten Freiburger Sammlung.

III. Breithaupt's echter Manganocalcit, zuerst im Besitze Rammelsberg's, jetzt im Museum für Naturkunde zu Berlin.

IV. Winkler'sches Analysenergebniss von 1884.

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	42,15	39,63	42,71	43,07
FeO	1,12	1,11	1,54	1,15
MnO	35,88	35,88	36,67	34,73
CaO	8,22	8,47	5,20	8,17
MgO	0,51	1,39	1,69	—
CO_2	6,14	7,60	5,81	6,42
H_2O	6,37	5,92 ¹⁾	6,38	6,53
	<hr/> 100,39	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,07
Carbonatbeimengung	14,87	17,46	12,70	14,59
Triklines Mineral	85,52	82,54	87,30	85,48

Daraus ergibt sich für das triklone Mineral:

H_2O	7,45	7,18	7,34	7,63
$\text{MnO} (+ \text{FeO})$	43,26	44,81	43,51	41,98
SiO_2	49,29	48,04	49,15	50,39
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

$$\begin{aligned}
 \text{H}_2\text{O} : \text{MnO} : \text{SiO}_2 &= 2,000 : 2,944 : 3,966 = 2 : 3 : 4 \text{ in I.} \\
 &= 2,000 : 3,172 : 4,016 = 2 : 3 : 4 - \text{II.} \\
 &= 2 : 3 : 4 - \text{III.} \\
 &= 2,000 : 2,798 : 3,962 = 2 : 3 : 4 - \text{IV.}
 \end{aligned}$$

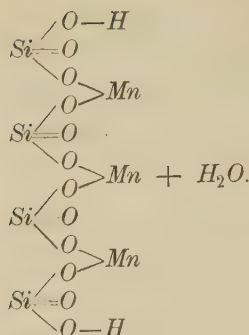
Aus den Wasserbestimmungen ergibt sich, dass nur ein Molekül H_2O als Krystallwasser aufzufassen ist, während das andere als Hydroxyl dem Silicatmolekül anzugehören scheint.

Es wird für das Mineral die Formel



aufgestellt und zum Vergleiche der Apophyllit und Heulandit herangezogen. Die Formel soll folgender Constitutionsformel entsprechen:

4) Aus Differenz bestimmt.



Da das Mineral von Breithaupt verkannt worden sei, wird ihm der Name Agnolith (= verkannter Stein von ἀγνοέω = verkennen) beigelegt.

Da Verf. bei der optischen Untersuchung der Schiffe zu keinem befriedigenden Resultate gelangte (die er trotzdem mit allen ihren Einzelheiten mittheilt), bezeichnet er das Mineral nach den Untersuchungen von Des Cloizeaux als triklin. Glasartiger Glanz; fleischrothe bis rosa Färbung. Härte ungefähr 5 der Mohs'schen Scala, spec. Gew. 3,054 bis 3,067, doch sind Härte und spec. Gew. wegen der beigemengten Carbonate nicht ganz genau zu bestimmen. Das Mineral bildet rundliche Aggregate von radialstrahliger, faserig-stengeliger Textur. Die Spaltbarkeit ist sehr gut in der Längsrichtung der Fasern.

Als Begleiter des Agnolith, als dessen einziger Fundort Schemnitz in Ungarn angegeben wird, werden Carbonate des Calciums, Magnesiums, Mangans und Eisens, Quarz, porodine Kieselsäure, sowie Bleiglanz und Schwefelkies, Kupferkies in sehr geringen Mengen und ein stellenweise eingestreut auftretendes schwarzes Mineral, vielleicht Psilomelan oder Braunit, angegeben.

Ref.: Erich Kaiser.

3. J. Beykirch (in Münster i. Westf.): Ueber den Strontianit des Münsterlandes (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1904, Beil.-Bd. 13, 389—433).

1. Geognostisches Verhalten und Vorkommen. In den zum Oberrhein gehörenden Mucronatenschichten der Münster'schen Tiefebene östlich der Linie Schöppingen-Koesfeld-Buldern-Ascheberg-Hamm tritt Strontianit gangartig auf. Einige wenige Vorkommen liegen in den Quadratschichten, in denen jedoch die Gänge stets weniger mächtig sind. Die Hauptverbreitung liegt in der Gegend von Drensteinfurt, Ascheberg und Ahlen. Neben dünnen Bestegen und Gängen von einigen Centimetern sind solche von 2, ja bis zu 3 m Mächtigkeit beobachtet worden. Der Str. ist den Salbändern gewöhnlich nicht direct aufgewachsen, sondern von diesen durch eine dünne Schicht von Kalkspath getrennt. In die Strontianitgänge ziehen sich nicht selten Mergel und Kalkspathbänder hinein. Erst gegen die Mitte hin wird der mit Mergel oder Kalkspath verwachsene Str. reiner. Wo die Gänge nicht völlig ausgefüllt sind, findet man in die Hohlräume hineinragende, häufig schön ausgebildete Krystalle.

2. Chemisches Verhalten und specifisches Gewicht. Nach den bisherigen Angaben sind beide ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen. Die meisten Analysen zeigten einen Gehalt an CO_3Sr von 92—94%, wovon auch die vom Verf. untersuchten Strontianite nicht sehr abweichen. Der Gang der Analyse wird genau beschrieben. Das specifische Gewicht ist auf Wasser von 4° und den luftleeren Raum umgerechnet.

Aus den unten aufgeführten Analysen ergibt sich, dass nicht allein die Zusammensetzung und das specifische Gewicht an verschiedenen Stufen schwankt, sondern dass der Kalkgehalt an derselben Stufe, allerdings meist nur um kleine Beträge, sich ändert. Es ergibt sich ferner, dass man nicht berechtigt ist, eine bestimmte Molekularformel anzunehmen. Die isomorphe Beimischung an CO_3Ca überschreitet aber einen gewissen Procentsatz nicht.

Fundort:	CO_3Sr	CO_3Ca	CO_3Fe	SiO_2	Spec. Gew.:
Drensteinfurt	{ 93,69	6,02	—	Spur	3,703
	{ 93,70	6,49	—	—	3,726
—	{ 93,76	6,24	—	—	3,723
	{ 94,06	6,06	—	—	—
—	94,16	5,61	—	—	3,728
—	94,29	5,62	—	—	3,722
Grube Heinrich bei Walstedde	{ 94,29	5,70	Spur	Spur	3,707
	{ 93,82	6,19	Spur	Spur	—
Ahlen	{ 93,04	6,64	Spur	Spur	3,694
	{ 93,22	6,51	Spur	Spur	—
Gievenbeck	{ 92,55	7,16	—	—	3,714
	{ 92,38	7,62	—	—	—
—	{ 91,29	8,49	Spur	Spur	—
	{ 93,17	7,13	—	—	3,706
—	{ 88,69	11,12	—	—	—
	{ 88,87	11,03	—	—	3,657
Albersloh	89,22	10,89	—	—	3,628

Die mit einer Klammer { zusammengefassten Analysen beziehen sich auf dieselbe Stufe.

Calcistrontianit (Calcistrontit) von Drensteinfurt. Die Angaben von Laspeyres (diese Zeitschr. 1897, 27, 41—43) werden im Allgemeinen bestätigt, nur ergab sich sowohl an Schliften wie durch die chemische Untersuchung und die Bestimmung des specifischen Gewichtes, dass die Betheiligung des Calcit an der Verwachsung mit Strontianit eine recht verschiedenartige ist, wie folgende Angaben zeigen:

	CO_3Sr	CO_3Ca	CO_3Fe	SiO_2	Spec. Gew.:
I.	67,63	30,54	1,65	0,17	3,362
II.	15,36	83,63	0,76	Spur	2,773

In den Schliften zeigte sich, dass der Calcistrontianit aus nur wenigen, regellos nebeneinander gelagerten Individuen von Kalkspath besteht, durchwachsen von Körnchen und Fetzen von Strontianit, die ohne jegliche Gesetzmässigkeit gelagert sind.

Die schon von Laspeyres geforderte Analyse der einzelnen Gemengtheile konnte nicht vorgenommen werden, da sich durch Thoulet'sche Lösung beide nicht völlig von einander trennen liessen.

3. Krystallographische Eigenschaften. Von den von Laspeyres, Buchrucker (nicht Buchdrucker, wie Verf. immer schreibt) und Beckenkamp (diese Zeitschr. 1891, 19, 147; 1888, 14, 68) angegebenen Ausbildungsformen konnte vom Verf. der nach der Basis tafelförmige Habitus nicht beobachtet werden; ebenso wurden tetraëderähnliche Formen nicht beobachtet. Die von Laspeyres unterschiedenen Arten des Habitus sind sämmtlich vertreten:

1. Der spiessige, nadelförmige und haarförmige mit vorherrschenden Pyramiden und Brachydomen;
2. der tafelförmige nach dem Brachyhauptschnitte;
3. der prismatische nach der Verticalaxe;
4. der pyramidale.

An zwei Stufen wurde sodann der von Buchrucker angeführte quarz-ähnliche Typus festgestellt. Dazu tritt noch einer, der mit dem von Vrba (diese Zeitschr. 1889, 15, 450 f.) beschriebenen übereinzustimmen scheint, bei welchem {110}, {010}, {001} vorherrschen, während Pyramiden und Brachydomen fehlen oder nur ganz klein ausgebildet sind.

An Krystallen von Drensteinfurt wurde $a : b : c = 0,60904 : 1 : 0,72664$, an einer anderen Stufe desselben Fundortes $= 0,60904 : 1 : 0,72437$, im Mittel also $a : b : c = 0,60903 : 1 : 0,72399$ erhalten. Die grösste Schwankung zeigt der Werth für c , der an einzelnen Krystallen nicht unerhebliche Abweichungen von dem Mittel zeigt. Beobachtete Formen:

{110}	{054}*	{334}
{010}	{064}†	{444}†
{001}	{074}(?)*	{884}†
{012}	{0.11.1}(?)*	{10.10.1}*
{023}	{0.24.1}	{12.12.1}
{021}	{113}	{24.24.1}*
{031}	{111}	{36.36.1}*
	{11.11.1}(?)*	

Die mit (?) bezeichneten Formen werden mit einem gewissen Vorbehalt angeführt. Die mit einem * versehenen Formen sind für den Strontianit überhaupt, die mit einem † versehenen für den westfälischen Strontianit neu.

Die von Laspeyres als {40.40.1} bezeichnete Pyramide ist für den Strontianit zu streichen und an ihre Stelle {36.36.1} zu setzen.

Einfache Krystalle wurden nicht beobachtet; die Krystalle treten nur als Zwillinge, Drillinge, Viellinge auf, wohl niemals frei von einer polysynthetischen Zwillingsbildung.

Wegen der Ausbildung der einzelnen Krystalle und der Winkelangaben muss auf das Original verwiesen werden.

4. Optische Eigenschaften. Der Bestimmung der Brechungsindices erwachsen dadurch grosse Schwierigkeiten, dass es nur sehr selten gelang, von Zwillingslamellirung freie Stellen in den Krystallen zu erhalten, die sich hinreichend zur Anfertigung von Prismen eigneten. Am besten eigneten sich noch Krystalle von der Grube Heinrich bei Walstedde. γ wurde dreimal, β zweimal und α einmal erhalten. Als Mittelwerthe ergaben sich:

	Li	Na	Tl
$\alpha =$	1,54809	1,54994	1,52187
$\beta =$	1,66242	1,66664	1,67038
$\gamma =$	1,66402	1,66849	1,67276

Der Winkel der optischen Axen konnte an fünf verschiedenen Stufen bestimmt werden; die Mittelwerthe betragen:

	Li	Na	Tl
$2E =$	$110^{\circ} 36' 33''$	$110^{\circ} 47' 48''$	$120^{\circ} 4' 56''$
$2V_a =$	6 57 34	7 5 12	7 43 28

Die Grösse des optischen Axenwinkels scheint mit dem Kalkgehalt des Strontianit in Zusammenhang zu stehen. Der Gehalt an CO_3Ca ist als Mittel der Analysen angegeben; der Axenwinkel bezieht sich auf Na -Licht, also für die Linie D .

Fundort:	CO_3Ca	$2E$ für D
Grube Heinrich, Walstedde	5,95 %	$11^{\circ}52'54''$
Drensteinfurt	6,15	11 43 55
-	6,26	11 43 0
Ahlen	6,58	11 42 30

Die Grösse des Axenwinkels scheint mit zunehmendem Kalkgehalte abzunehmen. Es wird dies darauf zurückgeführt, dass CO_3Ca in dem Strontianit als isomorphe Beimischung auftritt.

Ref.: Erich Kaiser.

4. J. Knett (in Teplitz, Ung.): **Partielle Perimorphose am Calcit** (Centralblatt f. Min., Geol. u. Pal. 1900, 113—115).

In dem von zahlreichen Calcitadern durchzogenen Kalk des Skalkafelsens am nordwestlichen Eingange des Curortes Trentschin-Teplitz fand sich eine Calcitdruse, die aus etwa hundert besser ausgebildeten, meist oberhalb der Randkanten aufgewachsenen Krystallen bestand. Sie sind etwa 3—5 mm gross, gelblich trübe und zeigen $\{21\bar{3}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$, $\{01\bar{1}2\}$. Ein Theil der Krystalle ist mit einem geringen Hauche von citronengelbem, grün irisirendem Eisenhydroxyd versehen; andere Krystalle sind ganz überrindet. Auf den meisten beschränkt sich aber der gelbe oder rothe Belag auf die Flächen von $\{10\bar{1}0\}$ und insbesondere auf die von $\{02\bar{2}1\}$. Auch bei den stärker überrindeten Krystallen ist der Belag auf $\{02\bar{2}1\}$ stärker als auf den anderen Flächen.

[Als Perimorphosen dürften derartige Umrindungen wohl nicht zu bezeichnen sein. Sie finden ihr Analogon in dem zonaren Aufbau mancher Krystalle, die nur von bestimmten Flächen aus weiter gewachsen oder mit anderen Substanzen überkleidet sind, worüber von Pelikan (s. diese Zeitschr. 30, 511) und Anderen verschiedentlich berichtet ist. Ref.]

Ref.: Erich Kaiser.

5. E. Sommerfeldt (in Göttingen): **Thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung von Mischkrystallen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1900, Beil.-Bd. 13, 434—468).

Die physikalische Chemie liefert für das Studium der Mischkrystalle ein Princip, das zwischen homogener Mischung und inniger Verwachsung zu unterscheiden gestattet, die Phasenregel von Gibbs. Roozeboom wies die Anwendbarkeit dieser Phasenregel auf Mischkrystalle nach. Die in den Arbeiten dieses Autors zuerst untersuchte Löslichkeit der Mischkrystalle erwies sich als eine constitutive Eigenschaft derselben. Das Studium der constitutiven Eigenschaften der Mischkrystalle verspricht einen tieferen Einblick in die Natur der Mischkrystalle als das der additiven. Ausserdem kann die Analogie der Mischkrystallbildung und der Bildung physikalischer Gemische näher geprüft werden. Denn ein physikalisches Gemisch allgemeinsten Art entsteht aus seinen Componenten unter Aenderung:

1. der Gesamtenergie,
2. der freien Energie.

Roozeboom hat gezeigt, dass die Bildung eines Mischkrystalles verbunden

ist mit einer Leistung äusserer Arbeit (wofern der ganze Vorgang reversibel geleitet wird). Dagegen ist bisher noch nicht experimentell bewiesen, dass bei der Bildung eines Mischkrystalles aus seinen Componenten eine Aenderung der Gesamtenergie auftritt.

I. Die Lösungswärme von Mischkrystallen. Princip der Methode, um zu zeigen, dass der Energiegehalt zweier mischungsfähiger fester Körper im Mischkrystalle ein anderer ist, als im freien Zustande: Nach Retgers findet bei der Bildung eines Mischkrystalles aus seinen Componenten weder eine Contraction nach einer Dilatation statt, also — wenn die Mischkrystallbildung nicht osmotisch geleitet wird — auch keine Leistung äusserer Arbeit. Also ist die Bildungswärme eines Mischkrystalles, d. h. diejenige Wärmetönung, die der Mischungswärme zweier ineinander löslicher Flüssigkeiten entspricht, der eintretenden Aenderung der Gesamtenergie gleich.

Diese Bildungswärme lässt sich experimentell bestimmen als Differenz der Lösungswärme des Mischkrystalles und eines Conglomerates seiner Componenten, das mit ihm gleiche procentische Zusammensetzung und gleiches Gesamtgewicht hat. Zur Messung wurde verwendet: ein einfaches Calorimeter oder ein Doppelcalorimeter nach von Steinwehr. Mit dem ersteren Apparate konnten die Werthe der Lösungswärmen selbst gemessen werden, mit dem zweiten wurden die Abweichungen der Lösungswärme vom additiven Verhalten bestimmt.

Näher untersucht wurden die Mischkrystalle von folgenden Salzpaaren:

- a) Kaliumperchlorat — Kaliumpermanganat.
- b) Kaliumsulfat — Ammoniumsulfat.
- c) Eisenoxydulsulfat — Cadmiumsulfat.

a) Die Lösungswärme der Mischkrystalle von Kaliumperchlorat und Kaliumpermanganat ergab sich als eine nahezu additive Eigenschaft. Für mittlere Concentrationen der Mischkrystalle ergibt sich eine, freilich nur kleine Bildungswärme.

b) Für die Mischkrystalle des Salzpaars Kaliumsulfat — Ammoniumsulfat sind die Abweichungen der Lösungswärme vom additiven Verhalten von einem Gehalte von etwa 7 Molekularprocenten an K_2SO_4 an beträchtlich, wie folgende Tabelle zeigt:

Bildungswärme derjenigen Mischkrystalle von $(NH_4)_2SO_4$ und K_2SO_4 , bei denen der Gehalt an $(NH_4)_2SO_4$ überwiegt.

Molekularprocente K_2SO_4 enthalten in den Mischkrystallen:	Bildungswärme, beobachtet an den Mischkrystallen, ausgedrückt in Cal.:
1,62	5
3,66	7
5,10	7
6,80	11
9,81	56
11,18	122
12,20	132

c) Für die Mischkrystalle des Salzpaars Eisenoxydulsulfat — Cadmiumsulfat bleiben die Abweichungen vom additiven Verhalten selbst bei sehr grossem Ueberschusse der einen Componente bestehen.

Die Mischungen mit sehr überwiegendem Eisengehalte haben die Zusammensetzung $(Fe, Cd)SO_4 + 7H_2O$, wie ihre Krystallform beweist. Sie zeigten die Eisenvitriolformen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, vereinzelt noch bisweilen Flächen von $\{013\}$ und $\{103\}$. Die Winkel stimmen so genau mit denen des reinen Eisensulfats überein, dass eine Abweichung nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte.

Der Winkel der optischen Axen zeigt Veränderungen von im Maximum 2^0 durch Beimengung des Cadmiumsulfats, entsprechend der folgenden Tabelle:

Gewichtsprocente $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ in den Mischkrystallen:	Winkel der optischen Axen, durch (001) in Oel:
100,00	$93^0 58'$
94,73	94 32
92,65	94 57
86,55	95 56 $\frac{1}{2}$

Das spezifische Gewicht der Mischkrystalle wurde nach der Schwebemethode untersucht; für die reciproken specifischen Gewichte, d. h. für die specifischen Volumina, ergaben sich die Werthe:

Gewichtsprocente $CdSO_4 \cdot 7H_2O$ in den Mischkrystallen:	Specifisches Volumen:
5,72	0,5212
9,34	0,5148
13,44	0,5097

Der Verlauf des specifischen Volumens in seiner Abhängigkeit von der Concentration wird hinlänglich genau durch eine Gerade dargestellt. Durch Extrapolation würde man für das specifische Gewicht des Cadmiumsulfats $+ 7H_2O$ 2,48 erhalten. Daraus geht besonders deutlich hervor, dass nicht $CdSO_4 + 2\frac{3}{2}H_2O$, dessen spec. Gew. nach Boedeker 3,05 ist, sondern $CdSO_4 \cdot 7H_2O$ die zweite Componente der Mischkrystalle ist.

Die Beobachtungen über Lösungs- und Bildungswärme der Mischkrystalle wurden mit dem Doppelcalorimeter ausgeführt, so dass die Bildungswärme direct gemessen wurde.

Gewichtsprocente $CdSO_4 \cdot 7H_2O$, ent- halten in den Mischkrystallen:	Bildungswärme der Mischkrystalle in cal. Dieselbe ist negativ.
1,25	186
4,26	221
6,38	377
7,82	441

Die Lösungswärme weicht stark vom additiven Verhalten ab. Diese Abweichung bleibt, im Gegensatze zu den beim Salzpaare $K_2SO_4, (NH_4)_2SO_4$ gemachten Erfahrungen, auch für Mischungen, welche die eine Componente in grossem Ueberschuss enthalten. Der Grund ist darin zu suchen, dass wir nicht die Bildung der Mischkrystalle aus $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ und $CdSO_4 \cdot 7H_2O$ für die Deutung unserer calorimetrischen Versuche in Betracht zu ziehen haben, sondern diejenige aus $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ und $CdSO_4 \cdot 2\frac{3}{2}H_2O$.

II. Löslichkeit der Mischkrystalle als Function der Temperatur; thermodynamische Folgerungen.

Die Hauptaufgabe dieses Theiles ist es, aus der Annahme, dass krystallisirte Gemische thermodynamisch gleichwerthig seien mit physikalischen Gemischen, Folgerungen zu ziehen, die sich durch Versuche leicht prüfen lassen; dadurch lässt sich rückwärts die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit obiger Annahme beweisen.

Der wohlbekannten Relation zwischen der Mischungswärme eines flüssigen Gemisches und dem Temperaturcoefficienten der Dampfspannungen seiner Componenten würde eine Beziehung zwischen der Bildungswärme eines Mischkrystalles und den Lösungstensionen seiner Componenten entsprechen. Die Formel von Nernst für die bei der Mischung zweier Flüssigkeiten eintretende Wärmetönung lässt sich, rein formal betrachtet, auf krystallisirte Gemische übertragen:

$$Q(xT) = RT^2 \frac{\partial}{\partial T} \left(\lg \frac{p_0}{p} + x \lg \frac{P_0}{P} \right)^2.$$

Zur Prüfung der Relation zwischen Bildungswärme und Löslichkeit von Mischkrystallen wurde die Mischungsreihe Kaliumpermanganat - Kaliumperchlorat benutzt.

Setzt man die entsprechenden Zahlen in die Formel

$$\left| \lg \frac{p_0}{p} + x \lg \frac{P_0}{P} \right|_{T_1} = \left| \lg \frac{p_0}{p} + x \lg \frac{P_0}{P} \right|_{T_2}$$

ein, so ergeben sich gut übereinstimmende Werthe, z. B. 0,2450 und 0,2527 (Übereinstimmung auf 4 %).

Der Autor fasst die Resultate seiner Arbeit in folgenden Worten zusammen:

1) Die Lösungswärme von Mischkrystallen, ebenso wie ihre Löslichkeit, ist im Allgemeinen eine constitutive Eigenschaft derselben.

2) Thermochemische Beobachtungen können sich bisweilen dazu eignen, die einzelnen Typen krystallisirter Gemische zu unterscheiden (vergl. das Beispiel Eisenvitriol-Cadmiumsulfat im Gegensatze zu Kaliumsulfat-Ammoniumsulfat).

3) Krystallisirte Gemische sind grösstentheils unter die physikalischen Gemische zu rechnen; zweifelhaft ist es indessen noch, ob auch anomale oder zum Zeolithtypus gehörige Mischungen hierher zu zählen sind.

4) Daraus, dass die für Lösungen gültigen Methoden der Molekulargewichtsbestimmung für krystallisirte Gemische zu Resultaten führen, die miteinander nicht im Einklange stehen, kann nicht geschlossen werden, dass Mischkrystalle überhaupt nicht vergleichbar seien mit physikalischen Gemischen.

5) Die Zulässigkeit dieses Vergleiches geht vielmehr daraus genügend hervor, dass für physikalische Gemische gültige thermodynamische Sätze zu Folgerungen führen, die durch das Experiment ihre exacte Bestätigung finden.

Ref.: K. Stöckl.

6. M. Schwarzmann (in Giessen): **Krystallophotogrammetrie, neues Hilfsverfahren bei der Krystallmessung** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1900, 2, 4—38).

Derselbe: **Zur Krystallophotogrammetrie. Exakte bildliche Darstellung, Hilfstabellen, Instrumente und Modelle** (Ebenda 1901, 1, 9—18).

Krystallophotogrammetrie nennt der Verf. ein Verfahren, welches es ermöglicht, aus dem photographischen Bilde der Reflexe eines Krystalles die

Krystallwinkel selbst zu entnehmen, wenn die photographische Platte in bestimmter Weise justirt ist. Die Reflexpunkte bestimmen bei fester Orientirung der photographischen Platte, bei gegebener Stellung des Krystalles und bei gegebener Richtung der einfallenden Strahlen die Richtung der reflectirten Strahlen und die der Flächennormalen. Dieses Verfahren eignet sich besonders für facetirte und gekrümmte Flächen und für die Lichtfiguren geätzter Flächen, d. h. für solche Fälle, in denen innerhalb eines mässigen Winkelraumes verhältnissmässig viele Reflexpunkte liegen.

A. Experimenteller Theil.

I. Methode. Parallelstrahlenmethode in 90^0 -Stellung.

Das Beobachtungsfernrohr des Goniometers steht senkrecht zum Collimator. Die optische Axe der photographischen Camera fällt zusammen mit der des Beobachtungsfernrohres. Als Lichtquelle dient eine Bogenlampe, deren Licht auf den Spalt des Collimators durch eine Sammellinse geworfen wird.

II. Methode. Parallelstrahlenmethode in 0^0 -Stellung.

Die vom Collimator kommenden Strahlen werden durch eine planparallele Glasplatte, die vor dem Fernrohrobjectiv angebracht ist, und deren Normale mit der Axe der Camera den Winkel von 45^0 bildet, so reflectirt, dass sie parallel werden der Richtung der Cameraaxe. Die sonstige Anordnung ist im Principe wie bei I.

III. Methode. Convergentstrahlenmethode in 0^0 -Stellung.

In der Fernrohraxe des Goniometers befindet sich der Lichtkrater der positiven Kohle der Bogenlampe, ferner die Oeffnung einer Lampenblende, der optische Mittelpunkt einer vor der Camera befindlichen Linse und die Oeffnung der Cassettenblende. Das Objectiv der Camera ist abgenommen. Die Linse würde jenseits der Camera und des dahinter stehenden Goniometers ein verkleinertes Bild der Oeffnung der Lampenblende in dem Punkte entwerfen, dessen Abstand von der Goniometeraxe gleich dem Abstände der letzteren von der Mattscheibe der Camera ist. Die der Camera-seite zugewandten Krystallflächen reflectiren den auf sie fallenden Theil des convergenten Strahlenbüschels und erzeugen ein Bild der Lampenblende auf der Cassettenwand, bezw. der eingelegten Platte. Von dieser muss die Gelatineschicht in der Mitte entsprechend der Oeffnung der Cassettenblende entfernt werden, um das Strahlenbündel bei der Aufnahme durchzulassen.

IV. Methode. Convergentstrahlenmethode in 90^0 -Stellung.

Das Cameraobjectiv ist entfernt. Der Collimator wird so gestellt, dass die Strahlen convergiren und ihr Vereinigungspunkt nach der Reflexion auf der Mattscheibe liegt.

Bestimmung der Elemente des Photogramms.

Um aus den Abmessungen auf der photographischen Platte die Winkel zu berechnen, ist ausser der sorgfältigen Justirung die Kenntniss folgender Elemente der Aufnahme nöthig:

1) Der Abstand des optischen Mittelpunktes des Objectives von der Ebene der Bromsilberschicht der Platte $= d$.

2) Der Nullpunkt der Platte, d. h. jener Punkt, welcher der in $\frac{45^0\text{-Stellung}}{0^0\text{-Stellung}}$ bei Methode $\frac{\text{I und IV}}{\text{II und III}}$ befindlichen Fläche entspricht.

3) (Bei Methode I und IV.) Irgend ein anderer Reflexpunkt einer Fläche, welche der Zone angehört, die der Goniometeraxe parallel ist. Dieser bestimmt mit dem Nullpunkt die x -Axe.

B. Theoretischer Theil.

Princip der krystallographometrischen Messung.

Die spiegelnde Fläche gehe durch den Schnittpunkt M der drei Axen: Collimatoraxe, Cameraaxe und Verticalaxe des Goniometers.

Durch den Reflexpunkt ist der reflectirte Strahl bestimmt. Er liegt

- 1) in der Ebene Cameraaxe—Reflexpunkt;
- 2) ist sein Winkel mit der Cameraaxe bestimmt, durch die Beziehung, dass seine Tangente gleich ist der Entfernung des Reflexpunktes vom Nullpunkt, dividirt durch die Distanz d .

Da man auch die Collimatorrichtung kennt, ist die Flächennormale als Winkelhalbirende der Collimatoraxe und des Reflexstrahles bestimmt.

Berechnung der sphärischen Coordinaten der Flächenpole aus den Abmessungen auf der photographischen Platte.

I. Bei der 90° -Stellung.

x = Richtung der Collimatoraxe,

y = - - Cameraaxe,

z = - - Verticalaxe des Goniometers.

z = Entfernung des Reflexpunktes von der x -Axe,

r = - - - vom Nullpunkt.

Ein Flächenpol wird festgelegt:

- 1) durch die Coordinaten λ und $\mu = 45^\circ \mp \frac{m}{2}$;

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{z}{d},$$

$$\operatorname{tg} R = \frac{r}{d},$$

$$\cos m = \frac{\cos R}{\cos \lambda}.$$

2) Durch die Coordinaten φ und ψ (ψ entspricht der geographischen Länge, φ der geographischen Breite):

$$\operatorname{tg} \psi = \cos \lambda \operatorname{tg} \left(45^\circ \mp \frac{m}{2} \right),$$

$$\sin \varphi = \sin \lambda \sin \left(45^\circ \mp \frac{m}{2} \right).$$

II. Bei der 0° -Stellung.

x -, y -, z -Axe wie oben.

Ein Flächenpol wird bestimmt:

- 1) durch ϱ und $\mu = \frac{R}{2}$:

$$\frac{x}{r} = \cos \varrho; \quad \frac{z}{r} = \sin \varrho; \quad \frac{z}{x} = \operatorname{tg} \varrho;$$

$$\operatorname{tg} R = \frac{r}{d}.$$

2) Durch ψ und φ :

$$\operatorname{tg} \psi = \operatorname{tg} \frac{R}{2} \cos \varphi ;$$

$$\sin \varphi = \sin \frac{R}{2} \sin \varphi .$$

Weiter folgt die analytische Darstellung der Curven auf der Platte,
a) welche bei der 90^0 -Stellung den Zonenebenen entsprechen:

Dies sind im Allgemeinen Hyperbeln. Ist die Zonenebene eine Verticalebene, so erhalten wir eine Parabel, im Grenzfalle, wenn die Zonenebene durch die Collimatoraxe geht, eine Gerade.

b) welche bei der 90^0 -Stellung den Parallelkreisen entsprechen:

Solche Parallelkreise beschreibt eine Flächennormale beim Drehen des Goniometers um seine Verticalaxe. Die Curven werden dargestellt durch:

$$x^2 = \frac{\{(c-1)x^2 - 1\}^2}{(2c-1)x^2 - 1} ,$$

wobei

$$2c = \frac{(\xi + 1)^2 + \eta^2 + \zeta^2}{\zeta^2}$$

und ξ, η, ζ die Richtungs cosinus des reflectirten Strahles bezeichnen.

c) welche bei der 0^0 -Stellung den Zonenebenen entsprechen:

Wir erhalten wieder Hyperbeln.

d) welche bei der 0^0 -Stellung den Parallelkreisen entsprechen:

Diese Curven werden dargestellt durch die Gleichung:

$$x^2 = \frac{(2c-1)\frac{x^2}{x^2} - 1}{\{(c-1)\frac{x^2}{x^2} - 1\}^2} ,$$

wobei

$$2c = \frac{\xi^2 + (\eta + 1)^2 + \zeta^2}{\zeta^2} .$$

Diese Curvenscharen bestimmen zwei Reflexnetze.

Diese hierdurch definirten Reflexnetze gestatten eine praktische Anwendung. Wenn man dieselben in exacter und engmaschiger Ausführung auf Glas- oder Celluloidplatten druckt oder photographirt, so kann man die φ - und ψ -Coordinaten der Reflexe auf einer photographischen Platte direct ablesen.

Auf diesen Reflexnetzen beruhen zwei Tabellen, welche eine wesentliche Erleichterung der Bestimmung der φ - und ψ -Coordinaten bei der 0^0 -Stellung ermöglichen.

Die vom Verf. entworfenen Apparate zur Ausführung der krystallophotogrammetrischen Messungen wurden von dem Mechaniker W. Schmidt in Giessen ausgeführt und können von dort bezogen werden.

Ref.: K. Stöckl.

7. R. Brauns (in Giessen): **Beobachtungen über die Krystallisation des Schwefels aus seinem Schmelzflusse** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1900, Beil.-Bd. 13, 39—89, Taf. III—IX).

R. Brauns (in Giessen): Ungewöhnlich lange Beständigkeit einiger Schwefelmodificationen (Centralbl. f. Min. etc. 1902, 7—8).

Nach einer ausführlichen Besprechung der bisherigen Untersuchungen über die verschiedenen Modificationen des Schwefels theilt der Verf. folgende eigene Beobachtungen mit:

1. Rhombischer Schwefel krystallisirt aus dem Schmelzflusse (zwischen Object- und Deckglas) bei sehr langsamer Abkühlung (in einem Trockenschranke oder auf dem Wasserbade); bringt man das Präparat unter das Mikroskop, wobei raschere Abkühlung eintritt, so wachsen die Krystalle schneller, gleichzeitig entsteht aber eine labile Modification, welche sich später in die rhombische umwandelt. Hatten sich vorher schon labile Modificationen gebildet, so enthalten diese oft einen kleinen rhombischen Krystall, von welchem aus dann ihre Umwandlung stattfindet. Am leichtesten erhält man rhombischen Schwefel aus Schmelzfluss, wenn man ein Präparat theilweise zum Schmelzen bringt, ohne dass es sich in monoklinen umwandelt; beim Abkühlen wachsen dann die rhombischen Krystalle weiter. Durch Impfen eines unterkühlten Schmelzflusses mit rhombischem Schwefel erhält man letzteren nur bei ungefähr 100° , zum Theil daneben eine labile Form; in der Regel bildet sich nur diese, wobei also der Keim nur wie ein beliebiger fester Körper wirkt.

2. Monokliner (prismatischer) Schwefel krystallisirt aus dem Schmelzflusse schneller als der rhombische mit charakteristischen spießigen und kammartigen Begrenzungen der leistenförmigen, schwächer doppeltbrechenden Krystalle; vorherrschend Zwillingbildung nach (100), wobei Symmetrieschnitte beiderseits der Zwillingsebene 30° Neigung der Schwingungsrichtung kleinerer Lichtgeschwindigkeit zeigen. Aus vollständig geschmolzenen Präparaten erhält man diese Modification am leichtesten bei etwa 115° , oft auch statt ihrer die rhombische oder eine labile, seltener bei 120° , und aus stärker erhitzten Präparaten erhielt sie der Verf. niemals. Ist dagegen ein Theil eines Schwefelpräparates geschmolzen und der andere in die monokline Modification umgewandelt, so krystallisirt diese beim Abkühlen regelmässig. Ihre Umwandlung bei gewöhnlicher Temperatur in die rhombische beginnt oft erst nach längerer Zeit, und ein Präparat monoklinen Schwefels, welcher aus einer der im Folgenden beschriebenen labilen Modificationen entstanden war, zeigte nach drei Jahren noch keine Umwandlung. Ist dieselbe aber einmal eingetreten, so schreitet sie ziemlich schnell vorwärts, und es entsteht eine trübe Paramorphose mit Aggregatpolarisation; durch Erwärmen wird die begonnene Umwandlung beschleunigt, und die rhombischen Krystalle wachsen dann oft mit deutlicher Ausbildung auf Kosten der monoklinen, wahrscheinlich infolge von Verdampfung der letzteren, deren Dampfdruck unterhalb der Umwandlungstemperatur grösser ist. Analog wirkt eine kleine Menge von Schwefelkohlenstoff, in welchem die monokline Modification löslicher ist, als die rhombische; aus der Lösung scheiden sich daher rhombische Krystalle ab, welche durch Vermittelung des sie als Hof umgebenden Lösungsmittels in der monoklinen Modification auf deren Kosten weiterwachsen.

3. Concentrisch-schaliger Schwefel bildet Sphärokrystalle mit concentrischen, bisweilen auch mit kurzen, unregelmässigen radialen Rissen, aber ohne dass im gewöhnlichen Lichte Faserstructur zu erkennen wäre; im polarisirten Lichte schwarzes Kreuz parallel den Hauptschnitten der Nicols; Doppelbrechung sehr stark, Schwingungsrichtung grösserer Geschwindigkeit radial. Diese Modification entsteht in unterkühlten Präparaten, besonders wenn sie auf ca 160° erwärmt waren, und wächst dann sehr schnell; erhitzt man Schwefel bis

zur Bräunung und bringt das Präparat heiss unter das Mikroskop, so beginnt sie ebenfalls nach einiger Zeit sich zu bilden, wächst aber langsam gegen den geschmolzenen Schwefel und hört endlich auf zu wachsen, während in dem flüssigen Schwefel zuweilen andere labile Modificationen entstehen, oder sie wandelt sich unmittelbar nach ihrer Entstehung in eine andere Modification um. Bei ca. 100^0 entstehen in derselben trübe Flecke, von denen aus die ganze Masse trübe wird; das entstandene Umwandlungsproduct wandelt sich, und zwar schon bei 75^0 , in monoklinen Schwefel (2), bei gewöhnlicher Temperatur in rhombischen Schwefel (1) um. Gelingt es, den concentrisch-schaligen Schwefel unverändert zu schmelzen (er scheint leichter schmelzbar zu sein als der monokline), so krystallisirt er zuweilen wieder aus in schmalen Stäbchen und Nadeln, welche zum Theil , zum Theil unter 3^0 auslöschen, zum Theil Zwillinge mit 6^0 Differenz der Auslöschung darstellen, daher wahrscheinlich ebenfalls monoklin sind. Bei gewöhnlicher Temperatur erfolgt Umwandlung in rhombischen Schwefel, beim Erwärmen beschleunigt unter Bildung scharfer Krystalle wie in der zweiten Form (s. oben). Zusatz von CS_2 bewirkt theilweise Lösung und theilweisen Zerfall in radialgestellte, rechteckige Kryställchen, welche bald durch Vermittelung der Lösung in die rhombische Modification umgewandelt werden. Unter günstigen Umständen kann sich auch diese unbeständige Form des Schwefels jahrelang erhalten an solchen Stellen eines Präparates, wo in Luftblasen isolirte Schwefeltröpfchen in dieser Modification erstarrt waren; in derartigen Fällen kann man auch die viel leichtere Schmelzbarkeit derselben im Vergleich mit der rhombischen constatiren.

4. Radialstrahliger, wahrscheinlich monokliner, Schwefel. Deutlich radialfaserige Aggregate, welche im polarisirten Lichte ein mit den Nicolhaupt-schnitten 45^0 bildendes Kreuz zeigen; Doppelbrechung schwach. Dieselben bilden sich aus stärker erhitzten, langsam abgekühlten Schmelzen bei Erschütterungen derselben oder auch bei rascher Abkühlung entweder allein oder mit der vorigen, wobei beide einander nicht beeinflussen. Auch diese Modification geht beim gelinden Erwärmen in die monokline (2), bei gewöhnlicher Temperatur in die rhombische (1) über; beim Behandeln mit CS_2 verwandelt sie sich zuerst in die monokline (2).

5. Radialfaseriger, wahrscheinlich rhombischer, Schwefel, dessen Fasertextur nur im polarisirten Lichte zu erkennen ist (Kreuz genau \parallel N.), bildet blumig-faserige Aggregate mit sehr schwacher Doppelbrechung (Längsrichtung der Fasern \parallel den Schwingungen kleinster Geschwindigkeit). Diese Form entsteht am leichtesten in bis zu starker Bräunung erhitzten und schnell abgekühlten Präparaten und wächst langsam; bei gewöhnlicher Temperatur geht sie allmählich in die rhombische Modification über, beim Erwärmen in die monokline (2). Erwärmt man ein Präparat, welches zum Theil in rhombischen Schwefel umgewandelt ist, so wächst dieser kaum weiter und nach der Umwandlung von (5) in (2) erfährt er die gleiche Umwandlung.

6. Trichitischer Schwefel. Diese unbeständigste Modification bildet sich aus stark erhitzten und schnell gekühlten Präparaten, welche wesentlich aus zähflüssigem Schwefel bestehen. In der Regel entsteht zuerst concentrisch-schaliger Schwefel und an dessen Rande oder im zähflüssigen Schwefel der trichitische, aus faserigen, sehr stark doppeltbrechenden (Schwing. kl. Geschw. \parallel der Längsrichtung) und stark pleochroitischen (Schwing. \parallel Längsrichtung dunkelbraun, Schwing. \perp dazu hellgelb) Kryställchen bestehend. Diese Modification wandelt sich rasch in ein trübes, feinkörniges Aggregat um.

Von den drei letzten Modificationen kann die Schmelzbarkeit nicht bestimmt werden, da sie sich vor dem Schmelzen umwandeln. Der concentrisch-schalige Schwefel könnte nach dem Verf. mit der von Muthmann (s. diese Zeitschr. **17**, 337) gemessenen »dritten Modification« identisch sein, dagegen hält er den »soufre nacré« Gernez's für davon verschieden und wahrscheinlich identisch mit dem radialstrahligen Schwefel (4). Letzteren, sowie auch den trichitischen Schwefel hat schon O. Lehmann (diese Zeitschr. **1**, 128) beobachtet. Von den sechs erwähnten Modificationen verschieden wären nach dem Verf. noch die »vierte Modification« Muthmann's (l. c. 342) und der rhomboëdrische Schwefel Engel's (s. diese Zeitschr. **22**, 587).

Ref.: P. Groth.

8. O. Bütschli (in Heidelberg): Untersuchungen über Mikrostructuren des erstarrten Schwefels nebst Bemerkungen über Sublimation, Ueberschmelzung und Uebersättigung des Schwefels und einiger anderer Körper (96 SS. u. 4 Taf. 4^o. Leipzig 1900. — Vorl. Mitth. hierüber schon in »Untersuchungen über Structuren«, Leipzig 1898).

Wenn man ein kleines Partikelchen Schwefel in einem Uhrglase erhitzt, welches mit einem Deckglase bedeckt ist, so beschlägt sich das letztere an der Unterseite mit zahlreichen winzigen, fast farblosen Tröpfchen; wenn man dann das Deckglas mit Canadabalsam so auf einem Objectglase befestigt, dass zwischen diesem und der nach unten gekehrten, beschlagenen Seite des Deckglases sich ein dünner Luftraum befindet, so beginnt bald die spontane Erstarrung der überschmolzenen Tröpfchen, besonders der grösseren; das Gleiche findet statt, wenn an Stelle des Luftraumes Wasser oder Glycerin gebracht worden war. Die Tröpfchen verwandeln sich in Sphärokrystalle, welche das Polarisationskreuz und lebhaftere Farben zeigen, mit anfangs glatter Oberfläche; bald jedoch beginnt diese rauh zu werden, es wachsen aus ihr Krystalle heraus, einzelne bis zu grösserer Länge, als der Durchmesser des Tröpfchens; sobald ein solcher Krystall ein noch flüssiges Tröpfchen berührt, bringt er es momentan zum Erstarren, und bald beginnt der zweite Sphärokrystall ebenso seine Krystallspitzen auszusenden, besonders auf der der Berührungsstelle entgegengesetzten Seite, so dass die Erstarrung strahlenartig fortschreitet und die mannigfachsten dendritischen Figuren hervorgebracht werden. Dieses Wachsthum der Sphärokrystalle beruht zweifellos auf Verdampfung (im Luftraume) oder Auflösung (in Wasser resp. Glycerin) des überschmolzenen flüssigen Schwefels, da die von dem Fortschreiten der Krystallisation nicht berührten Tröpfchen desselben kleiner werden und schliesslich verschwinden; um grössere Wachstumsformen werden sie oft ganz aufgezehrt und alsdann hören diese auf, sich zu vergrössern. Ebenso zu erklären ist die später in den gleichen Präparaten beginnende Bildung isolirter tafeliger Kryställchen, welche Salomon (diese Zeitschr. **30**, 605) beschrieben und als der dritten Schwefelmodification Muthmann's zugehörig erkannt hat. Der Verf. beobachtete an etwas dickeren, mit sphärokrystallinisch erstarrten Tröpfchen zusammenhängenden Täfelchen ausser den von Salomon nachgewiesenen Formen noch eine Hemipyramide von der ungefähren Lage von {111} und eine steilere zwischen {111} und {210}. Weder diese Gebilde, noch die Sphärokrystalle, welche, nach den Eigenschaften ihrer Fortwachsungen zu schliessen, der gleichen Schwefelmodification angehören, verändern sich spontan, auch nicht bei mässigem Erwärmen, noch beim Ritzen oder Berühren mit rhombischem Schwefel, endlich bei weiterer Steigerung der Temperatur schmelzen sie

schliesslich ohne Umwandlung (in einem auf 95° erhitzten Präparate waren alle Krystalle geschmolzen und beim Abkühlen wieder sphärokrystallinisch erstarrt). Ausser den erwähnten Krystallen fanden sich in den Luftpräparaten gewöhnlich noch compactere sechsseitige Tafeln, welche wahrscheinlich der gewöhnlichen monoklinen Form des Schwefels angehören; ihre Winkel entsprechen der Combination von $\{100\}$ mit schmalen Flächen von $\{110\}$ und $\{011\}$ oder $\{111\}$ resp. $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ (s. diese Zeitschr. 17, 345, Fig. 5); an etwas dickeren Krystallen wurden deutlich zwei Hemipyramiden ($\{111\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$?) erkannt. In einem Glycerinpräparate zeigten sich nach längerer Zeit auch deutliche Pyramiden rhombischen Schwefels, während die Krystalle des monoklinen unverändert geblieben waren.

Die Sphärokrystalle zeigen sämtlich excentrische Textur, daher die Krystallisation stets am Rande der Tröpfchen begonnen haben muss, und lassen ebenfalls Anzeichen allmählicher Verdunstung erkennen. Die Bildung derselben aus dem überschmolzenen Schwefel scheint mit einer erheblichen Volumverminderung verbunden zu sein. Durch Druck auf das Deckglas zur Erstarrung gebrachte Tröpfchen zeigen das Centrum der radialstrahligen Textur nicht nur am Rande, sondern auch in der Mitte, sie sind von zahlreichen wabenartigen Hohlräumen erfüllt, und in deren Anordnung ist die radialstrahlige Textur häufig mit einer concentrisch-schaligen combinirt.

Wurden Schwefelpartikel in der Vertiefung eines ausgehöhlten Objectträgers, der mit einem Deckglase bedeckt war, auf 58° erhitzt, so bildete sich während 12—24 Stunden auf der Unterseite des Deckglases ein Beschlag von feinsten Tröpfchen, sowie vorwiegend ausserhalb desselben eine Anzahl gut ausgebildeter Kryställchen von rhombischem Schwefel, Combination $\{111\}$ mit $\{001\}$ und $\{113\}$. Bei einer Wiederholung des Versuches in grossem Maassstabe, in welchem der Boden einer Glasdose von 8 cm Durchmesser und 4 cm Höhe mit Schwefelblumen bedeckt und auf 58° erhitzt wurde, sublimirten an dem Deckel im Laufe einiger Monate relativ grosse Tafelchen der dritten Modification, ferner zahlreiche sechsseitige Tafeln der zweiten (wie in den oben erwähnten Luftpräparaten) und vereinzelt rhombische Pyramiden der ersten Modification.

Sublimationsversuche bei gewöhnlicher Temperatur ergaben beim Schwefel kein sicheres Resultat, wohl aber bei Pikrinsäure, Sublimat und Salmiak.

Die nach Vogelsang's Methode dargestellten Schwefel-Globuliten zeigten im Verhalten solche Uebereinstimmung mit den überschmolzenen Schwefeltröpfchen, dass der Verf. sie als im Wesentlichen damit identisch und den Gehalt an Lösungsmittel (CS_2 etc.) als unwesentlich betrachtet. Das Gleiche geht auch aus der Betrachtung der älteren Beobachtungen über die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig bleibenden Schwefeltröpfchen von Frankenheim, Fritzsche und Braun hervor, so dass eine amorphe Erstarrung der Globuliten, wie sie Vogelsang annahm, nicht stattfindet, und die Bildung der »Krystalliten« aus den »Globuliten« ganz ebenso stattfindet, wie der anfangs beschriebene Krystallisationsvorgang.

Endlich hat der Verf. auch über die Erstarrung einer zwischen Deckglas und Objectträger geschmolzenen Schwefelschicht Versuche angestellt, wie gleichzeitig Brauns (s. das vorherg. Ref.). Es entstanden hierbei zwei verschiedene Modificationen, manchmal nebeneinander. Die erste, welche allein sich bildet, wenn die Schmelzung des Schwefels bei 120° — 124° vorgenommen und dann rasch abgekühlt wurde, ist sehr durchsichtig, lebhaft honiggelb und hat eine feinfaserige Radialtextur, die zuweilen so fein ist, dass sie nur durch das Polari-

sationskreuz erkannt werden kann; gewöhnlich treten etwas später in derselben Sprünge auf, theils radial, theils concentrisch um die Erstarrungspunkte. Die zweite Modification ist weniger gelb, stärker doppeltbrechend und besteht aus unregelmässig ineinandergreifenden Krystallblättchen, welche auch zuweilen in ihrer Gesamtanordnung eine grobstrahlige Textur erkennen lassen; dieselben wandeln sich stets spontan in ein undurchsichtiges gelbes Aggregat rhombischen Schwefels um; durch langsames Erhitzen auf 95° werden solche Präparate wieder durchsichtig und zeigen dann wieder die gleiche Beschaffenheit, wie vor der Umwandlung, so dass es sich hier um den gewöhnlichen monoklinen (prismatischen) Schwefel handeln muss, mit welchem auch die Form der Krystalle dieser zweiten Modification übereinzustimmen scheint. Man erhält dieselbe allein, wenn man den rhombischen Schwefel durch Erhitzen in monoklinen umwandelt, diesen nicht vollständig schmilzt und dann abkühlt; die Wiedererstarrung beginnt dann bei 114° und ist bei 108° vollendet. Die erste Modification erfährt durch Erwärmen auf 50° — 60° eine Umwandlung in ein Aggregat größerer Krystalle, welche, wenn erst begonnen, auch bei gewöhnlicher Temperatur langsam fortschreitet; waren die Kryställchen noch sehr klein und strahlig gruppirt, so liefern sie manchmal ein deutliches Polarisationskreuz unter 45° zu den Nicols. Diese kleineren Krystalle scheinen eine besondere Modification zu sein, denn sie werden von den größeren allmählich aufgezehrt; letztere gehören unzweifelhaft der gewöhnlichen monoklinen Form an und verwandeln sich in der Regel sehr bald in die gewöhnliche rhombische Modification. Bewirkt man die Umwandlung des radialfaserigen Erstarrungsproductes durch Erhitzen nur an einer Stelle, und lässt das Präparat liegen, bis diese Partie ganz aus rhombischem Schwefel besteht, so wandelt sich die erste Modification in Berührung mit dem letzteren direct an diesem um, indem die Grenze beider langsam fortschreitet. Rhombischer Schwefel entsteht endlich zuweilen auch direct aus dem schnell gekühlten Schmelzflusse, wenn dieser nur eben bis zum Schmelzen erhitzt worden war; die Krystalle enthalten zahlreiche, regelmässig gestaltete Hohlräume (negative Krystalle), während die aus dem Schmelzflusse erstarrten, besonders die radialfaserigen Aggregate durch zahlreiche, nicht regelmässig begrenzte Hohlräume eine oft sehr schön ausgebildete wabenartige Textur zeigen, welche vom Verf. ausführlich beschrieben und durch photographische Abbildungen erläutert wird. Auf das Original muss ferner auch in Betreff der Beschreibung und Deutung der bei der Umwandlung einer Modification in eine andere entstehenden kleinen Hohlräume verwiesen werden.

Die erste vom Verf. bei der Erstarrung erhaltene Modification stimmt zum Theil mit dem »concentrisch-schaligen«, zum Theil mit dem »radialfaserigen, wahrscheinlich rhombischen« Schwefel Brauns' (s. S. 532, 533) überein, und der Verf. giebt in einer Nachschrift die Möglichkeit einer Unterscheidung dieser Modification in zwei zu. Das Zwischenproduct bei der Umwandlung in die gewöhnliche monokline Modification betrachtet er als identisch mit dem »radialstrahligen, wahrscheinlich monoklinen« Schwefel Brauns'.

Ref.: P. Groth.

9. O. Bütschli (in Heidelberg): Untersuchungen über die Mikrostruktur künstlicher und natürlicher Kieselsäuregallerten (Tabaschir, Hydrophan, Opal) (Verh. d. Heidelb. Naturhist. Ver. 1900, n. F. 6, 287—348, m. 3 Taf.).

Der natürliche Tabaschir und künstliche eingetrocknete Kieselgallerte (Kieselgel) verhalten sich übereinstimmend und bestehen, wie schon Brewster,

Frankenheim u. A. annahmen, zu einem grossen Theile ihres Volumens aus winzigen Hohlräumen, in welche sie grosse Mengen von Wasser oder anderen Flüssigkeiten aufzunehmen im Stande sind. Bei vollständiger Erfüllung dieser Hohlräume sind die Gele durchsichtig, bei theilweisem Verluste des Wassers werden sie porzellanartig undurchsichtig, dann wieder glasig durchsichtig; das Gleiche tritt umgekehrt beim Anfeuchten auf. Bei dem Weisswerden in jenem Zwischenstadium zeigt sich nun plötzlich eine, nur bei sehr starken Vergrösserungen ihrem Wesen nach erkennbare, sehr schöne und feinwabige Textur, welche bei weiterem Austrocknen blässer wird und bald ganz verschwindet. Der Verf. erklärt diese Erscheinung dadurch, dass in diesem Stadium die Wände der winzigen Hohlräume beiderseits mit einer Flüssigkeitsschicht von solcher Dicke bedeckt sind, dass die gesammte Dicke für die mikroskopische Sichtbarkeit genügt, während sie ohne diese Auflagerung hierfür zu dünn sind. Damit stimmt überein, dass man die Erscheinung dauernd machen kann durch Imbibition eines Gemenges von Oel und Chloroform, wobei sie eintritt, wenn das letztere abgedunstet und nur das Oel auf den Wänden der Hohlräume zurückgeblieben ist. Aus der beobachteten Grösse der Hohlräume ($1-1,5 \mu$), dem specifischen Gewichte der Kieselsubstanz und der Menge Wasser, welche dieselbe zu imbibiren vermag, ist zu schliessen, dass die Dicke der Wände ohne Flüssigkeitsschicht höchstens $0,2 \mu$ beträgt, also mit der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit zusammenfällt. Etwas grösser als beim künstlichen Gel scheint dieselbe beim Tabaschir zu sein, denn hier gelang es dem Verf. auch im lufttrockenem Zustande die Wabentextur in Andeutung zu sehen. Der milchglasartige Tabaschir zeigt deutlich die Farben trüber Medien, im auffallenden Lichte blau, im durchfallenden gelbrothbraun, während glasiger Kieselgel kaum Spuren davon zeigt, was sich erklären würde, wenn bei letzterem die Wanddicke der Poren auf einen Bruchtheil der Wellenlänge des violetten Lichtes herunterginge.

Hydrophan von Hubertusburg in Sachsen zeigt die feinwabige Textur sehr deutlich, zugleich Andeutung einer sphärolithischen Anordnung in derselben. Das vorübergehende Trübwerden beobachtete schon Reusch, erklärte es aber anders.

Halbopal besitzt die gleiche Textur, wie vorige, und da das Eindringen von Flüssigkeiten nur in sehr geringem Maasse stattfindet, wird die Textur durch Einlegen dünner Splitter in Wasser oder Canadabalsam noch deutlicher.

Ein Edelopal von Vörösagos in Ungarn zeigte die Mikrotextur am schönsten: Kügelchen von $4^{1,2}-2 \mu$ Durchmesser bestehen aus 3—4 Schichten concentrisch und etwas strahlig zum Centrum angeordneter Hohlräumchen; die Zwischenmasse zeigt etwas grössere Hohlräume und erscheint daher bei geringeren Vergrösserungen (z. B. 450) als schwächer brechende Grundmasse, dicht erfüllt von dunklen Punkten; diese, die beschriebenen Sphärolithen, sind in Reihen angeordnet, welche sich zuweilen unter 60° durchkreuzen; diese regelmässige Anordnung ist als eine Folge dichtester Lagerung der Kügelchen zu betrachten. Die Gesamtmasse ist deutlich doppeltbrechend, die Sphärolithen zeigen aber kein Polarisationskreuz. In einem anderen Edelopal von unbekanntem Fundorte war dagegen die Textur nur äusserst schwach sichtbar, und zwar nur mit den neueren Immersionssystemen (Zeiss Apochrom. 2 mm, Oc. 48).

Eine ähnliche und noch deutlichere sphärolithische Textur zeigen auch künstliche Kieselgel nach dem Glühen, besonders schön, wenn sie kleine Mengen von Natriumsalzen enthalten. Die Veränderung, welche hier die gröbere Textur hervorbringt, ist mit einem Verluste der Inhibitionsfähigkeit verbunden.

Ref.: P. Groth.

10. A. Rauber (in Dorpat): **Atlas der Krystallregeneration** (4. Die Umbildung des Kegels in 18 fotogr. Tafeln, Dorpat 1898. 5. Entwicklung des Supplementkörpers in 24 fotogr. Taf., Leipzig 1899. 6. Entwicklung des Torso in 24 fotogr. Taf., Leipzig 1900. 7. (Schluss.) Hohlflächen in 24 fotogr. Taf., Berlin 1904).

Die in dieser Zeitschr. **29**, 409 referirten Studien über die Regeneration verstümmelter Krystalle setzte der Verf. fort und giebt in 4. die Photographien von verschiedenen gestalteten und orientirten Kegeln von *Al*-Alaun, welche in Chromalaunlösung fortwuchsen und so die allmähliche Herausbildung des Oktaëders zeigen. Die Photographien des 5. Heftes betreffen das Wachstum abgeschnittener Theile von Alaunoktaëdern in Chromalaunlösung; ist die Schnittfläche eine Hexaëderebene, so ergänzt sich von ihr aus das Fragment zu einem Oktaëder, ist es eine Dodekaëderebene, so entsteht von ihr aus die neue Oktaëderkante; bei schräg abgeschnittenen Stücken wachsen die vorhandenen Oktaëderflächen auch in ihren eigenen Ebenen weiter. Die Regeneration erfolgt ferner in analoger Weise, wenn der Rand der Schnittflächen bedeckt wird. Das Dickenwachsthum künstlicher Oktaëderflächen fand der Verf. um $\frac{1}{3}$ grösser, als das der natürlichen, das künstlicher Dodekaëderflächen dreimal, das künstlicher Hexaëderflächen fünfmal so gross. 6. Werden an einem Alaunoktaëder Ecken, Kanten oder Flächen abgeschliffen und durch ebene oder gekrümmte Flächen ersetzt, so ergänzt sich der Torso in der durch die Photographien dargestellten Weise unter gleichzeitigem langsamen Fortwachsen seiner Flächen. Auf kugelförmig geschliffenen Oktaëderflächen entstehen Ikositetraëderflächen nur vorübergehend. 7. Das Schlussheft zeigt die Regeneration von sphärischen Hohlflächen, welche an Ecken oder auf Flächen angebracht wurden, ferner von durch Ebenen begrenzten Hohlformen und von concaven Kegeln und Cylindern, endlich von Kugeln aus gewöhnlichem Alaun in gesättigter Chromalaunlösung; im letzten Falle auch unter Zusatz von Alkohol, welcher das Wachsthum verlangsamt. Das Flächenwachsthum der Oktaëderebenen spielt hier ebenfalls die wesentlichste Rolle. Negative Oktaëderecken und -kanten werden nie so ausgefüllt, dass Hexaëder- und Dodekaëderflächen entstehen, und künstlicher hexaëdrischer Abschluss einer negativen Oktaëderecke wird durch Entstehung einer positiven beseitigt. Ebenso werden von den an concaven Cylinderflächen vorhandenen Flächen selbst diejenigen Oktaëderflächen beseitigt, welche nicht den schliesslich sich bildenden regulären Oktaëderflächen ihrer Lage nach entsprechen.

Einen Gesamtüberblick über seine Erfahrungen bei den erwähnten und noch weiter anzustellenden Versuchen wird der Verf. später geben.

Ref.: P. Groth.

11. E. A. Wülfing (in Hohenheim bei Stuttgart): **Ueber einige krystallographische Constanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung** (Programm z. 82. Jahresfeier d. k. Württenb. Landwirthsch. Akademie Hohenheim, Stuttgart 1900).

In dieser Arbeit werden im Ganzen 39 Turmaline angeführt. Von denselben liegen 37 chemische Analysen vor. Verf. hat die chemischen Resultate von 33 Turmalinen, welche von Riggs, Jannasch-Kalb und Penfield-Foote analysirt wurden, in zwei Tabellen zusammengestellt, von denen eine graphisch und mit Farben dargestellt ist, sodass der Leser eine leichte Uebersicht daraus gewinnt; dabei sind *FeO* und *MnO*, sowie *Li₂O* und *K₂O* je in einer einzigen

Farbe vereinigt. Eine Analyse von Cossa ist in den Tabellen nicht berücksichtigt, weil sie sich auf einen Chromturmalin bezieht; zu den übrigen in den Tabellen nicht angeführten Analysen (von Rammelsberg und Engelmann) scheint der Verf. nicht viel Vertrauen zu haben.

Die 33 chemisch berücksichtigten Turmaline werden in vier Gruppen getheilt. Es sind:

	TiO_2	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Li_2O
I. Gruppe. Lithion-Turmaline (Edelturmaline). Im Dünnschliffe farblos, in Krystallen sehr wenig gefärbt.	Min.	Min.	Min. bis viel	Min.	Min.	Max.
II. Gruppe. Eisenoxydul-Turmaline (schwarze Turmaline, Schörl). Flächenfarbe des Schliffes || c-Axe blau. Axenfarben blass röthlichviolett und blau.	Min.	Min.	Max.	Min. bis wenig	Min.	Min.
III. Gruppe. Eisenoxyd-Turmaline (schwarze Turmaline, Schörl). Flächenfarbe des Schliffes || c-Axe braun. Axenfarben bräunlich und dunkelgrün.	viel	Max.	viel	viel	viel	Min.
IV. Gruppe. Magnesia-Turmaline (Dravit). Farblos bis dunkelbraun. Axenfarben in bräunlichen Tönen.	viel	Min.	Min. bis wenig	Max.	viel	Min.

Die neuen Untersuchungen des Verfs. beziehen sich auf folgende 23 Turmaline, die ebenfalls in vier Gruppen eingetheilt werden, welche den vorhergehenden entsprechen:

I. Gruppe. Lithion-Turmaline.

1. Rumford A. Maine. Rosa.
2. Brasilien A. Rosa.
3. Auburn A. Maine. Blassblau bis rosa.
4. Brasilien B. Grüne Schale von Brasilien A.
5. Barrado Perahy, Brasilien. Grün.
6. Brasilien C. Grasgrün.
7. Brasilien. Tief grün.

II. Gruppe. Braunschwarze Eisenturmaline.

8. Paris, Maine. Blass röthlichviolett || c-Axe, himmelblau (hell) \perp c-Axe.
9. Brasilien D. Blass röthlichviolett || c-Axe, himmelblau (dunkel) \perp c-Axe.
10. Alabaskha. Blass röthlichviolett || c-Axe, himmelblau \perp c-Axe.
11. Auburn D. Maine. Blass röthlichviolett || c-Axe, himmelblau \perp c-Axe.

III. Gruppe. Grün-schwarze Eisenturmaline.

12. Pietra bianca. Röthlichviolett || c-Axe, blaugrün \perp c-Axe.
13. Haddam. Röthlichviolett || c-Axe, blaugrün \perp c-Axe.
14. Andreasberg. Braun || c-Axe, dunkelgrün \perp c-Axe.
15. Tamatawe, Madagaskar; wie bei Andreasberg.
16. Nantic-Gulf, Baffinsland. Farblos bis kaffeebraun || c-Axe, grün-grau \perp c-Axe.
- 9a. Pseudobrasilien D. Ein Prisma erwies sich als verschieden von den Turmalinprismen, Brasilien D (unter 9); es liegt keine chemische Analyse von demselben vor.
17. Pierrepont, St. Lawrence Co., N. Y. Zinnoberroth bis braun || c-Axe, grüngrau \perp c-Axe.

IV. Gruppe. Magnesiaturmaline.

- 18. Ceylon. Grünlichgelb.
- 19. Hamburg, N. J. Zimmetbraun.
- 20. Gouverneur, N. Y. do.
- 21. Dekalb. Farblos.
- 22. Dobrowa in Kärnten. Braun bis grünlichgelb.
- 23. St. Gotthard. Hellgrün.

Fünf Turmaline, nämlich Nr. 7, 17, 19, 22 und 23 wurden vom Verf. geometrisch untersucht; von Nr. 7 und Nr. 18 existirt keine chemische Analyse, doch glaubt Verf., dass der von ihm gemessene tiefgrüne Turmalin von Brasilien mit dem aus Rumford B. von Riggs analysirten Turmalin chemisch zu vergleichen wäre. Ebenso wäre der Turmalin von Ceylon mit dem von Monroe-Oxford durch Riggs analysirten Turmalin zu vergleichen. Ausserdem wurden die chemischen Analysen des Turmalins von Andreasberg (Nr. 14) und von Dobrowa (Nr. 22), analysirt von Rammelsberg, sowie die Analyse des Turmalins vom St. Gotthard (Nr. 23), analysirt von Engelmann, nicht in den oben genannten Tabellen berücksichtigt. Die optischen Untersuchungen und die Bestimmung des specifischen Gewichtes wurden bei allen 23 Turmalinen durchgeführt.

Neue geometrische Constanten der Turmaline.

Turmalin vom St. Gotthard. Von den vielen dem Verf. zur Verfügung stehenden Turmalinen eignete sich nur ein einziger Krystall zu Winkelmessungen. Sechs Winkel wurden gemessen, nämlich: $(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$, $(02\bar{2}1):(2\bar{2}01)$, $(10\bar{1}1):(2021)$. Daraus ergab sich:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 46^{\circ}48' \pm 3'$$

und

$$a:c = 1:0,4469 \pm 0,0006.$$

Turmalin aus Brasilien, tiefgrün. Sechs Krystalle, die wohlentwickelte Endungen zeigten, eigneten sich zu Winkelmessungen, und die vom Verf. gemessenen Winkel sind im Ganzen 56, von denen aber nur die hohen Werthe berücksichtigt wurden, denn sie stimmen gut mit den besten Messungen. Letztere geben folgenden Mittelwerth:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 46^{\circ}53' \pm 2'$$

und

$$a:c = 1:0,4479 \pm 0,0004.$$

Turmalin von Pierrepont, St. Lawrence Co., N. Y. Hier sind fünf Krystalle ausgewählt worden, welche 41 (nicht 40) gemessene Winkel lieferten. Von diesen sind zwei stark von den zugehörigen Mittelwerthen abweichende Winkel unberücksichtigt geblieben, während jene Flächen, welche Doppelbilder zeigten, in Rechnung gebracht wurden. Dadurch erhält der Verf.:

$$(10\bar{1}1):(1\bar{1}01) = 47^{\circ}15' \pm 2',$$

d. h.

$$a:c = 1:0,4524 \pm 0,0004.$$

Brauner Turmalin von Ceylon. Nur ein grünlichgelb gefärbter Turmalin wurde gemessen. Verf. verwandte die Resultate von Worobieff und nimmt folglich an:

$$(10\bar{1}1):(1\bar{1}01) = 47^{\circ}14' \pm 1'$$

$$a:c = 1:0,4519 \pm 0,0002.$$

Turmalin von Hamburg, N. J. Sieben Kryställchen wurden ausgesucht,

die 23 zur Messung brauchbare Winkel gaben. Hier sind sowohl die schlechten als auch die guten Messungen zu einem Mittelwerthe vereinigt, welcher ist:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 47^{\circ} 40' \pm 2' \\ a:c = 1:0,4511 \pm 0,0004.$$

Turmalin von Dekalb. Sehr gute Messungen von Seligmann¹⁾ liegen vor. Verf. glaubt, dass diese Messungen sich auf denselben Turmalin beziehen, an denen der Verf. optische Untersuchungen angestellt hat.

Turmalin von Dobrowa in Kärnten. Die Auswahl traf sechs Krystalle, welche 37 Winkelmessungen lieferten. Verf. berücksichtigt nicht alle 37 Werthe für sein Resultat, sondern nur den 17 mal direct gemessenen Winkel $(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$, aus welchem sich ergibt:

$$(10\bar{1}0):(\bar{1}101) = 47^{\circ} 43' \pm 2' \\ a:c = 1:0,4517 \pm 0,0004.$$

Turmalin von Sabry (Ural). Die Messungen von Arzruni ergaben:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 47^{\circ} 40' \pm 10'.$$

Verf. berechnet aus einer Auswahl der von Arzruni gemessenen Winkel die Constante:

$$(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 47^{\circ} 42' \pm 4' \\ a:c = 1:0,4515 \pm 0,0008.$$

d. h.

Verf. schliesst aus diesen Daten, dass die c -Axe in Bezug auf die a -Axe mit dem Gehalte an Magnesia und Eisen zunimmt, während umgekehrt die lithionreichen und monoxydarmen Turmaline eine erheblich kürzere c -Axe aufweisen; doch fügt Verf. hinzu, dass im Turmalin vom St. Gotthard Lithium nicht nachgewiesen worden ist und die Zusammensetzung des Turmalins von Brasilien und von Ceylon noch unbekannt ist. Der Turmalin von Sabry enthält wenig Magnesia.

[Ref. fügt folgende Bemerkung hinzu: Einige Constanten dieser acht Turmaline sind aus einem einzigen Krystalle abgeleitet, andere gehen aus einer willkürlichen Auswahl der besten Winkel hervor; die chemische Zusammensetzung ist nicht vollständig für alle Turmaline bekannt, oder es herrscht Zweifel darüber, ob sie richtig bestimmt ist; das vorliegende Material scheint daher zu definitiven Schlüssen noch nicht genügend.]

Neue optische Constanten des Turmalins. Nachdem Verf. das in Anwendung gekommene Instrument für monochromatisches Licht (s. diese Zeitschr. 29, 450) in Erinnerung gebracht, die getroffene Wahl des monochromatischen Lichtes hervorgehoben, die Genauigkeit der Messungen berechnet und die Herstellung der Präparate beschrieben hat, führt er seine Messungen an. Die neuen optischen Constanten der 23 Turmaline sind in der Tabelle auf S. 542 zusammengestellt.

Aus diesen Messungsergebnissen schliesst der Verf., dass die zu berücksichtigenden Turmaline zunächst in drei, durch vielfache Uebergänge mit einander verbundene Abtheilungen zerfallen, nämlich:

- | | | | | | | |
|----|---------------|-------------|----------------|-----|-----------|----------------|
| 1. | Turmaline mit | niedrigster | Doppelbrechung | und | mittlerer | Lichtbrechung, |
| 2. | - | - | mittlerer | - | - | niedrigster |
| 3. | - | - | höchster | - | - | höchster |

¹⁾ Diese Zeitschr. 6, 217—224.

Optische Constanten der Turmaline.

Ord- nungs- zahl	Ausserordentlicher Brechungsexponent ε					Ordentlicher Brechungsexponent ω					Doppelbrechung $\omega - \varepsilon$				
	C	D	E	F	G'	C	D	E	F	G'	C	D	E	F	G'
1. Gruppe: Lithionturmaline.															
1.	1,6178	1,6204	1,6238	1,6267	1,6317	1,6352	1,6384	1,6417	1,6449	1,6503	0,0474	0,0477	0,0479	0,0482	0,0486
2.	1,6173	1,6199	1,6231	1,6260	1,6310	1,6343	1,6371	1,6406	1,6438	1,6494	0,0470	0,0172	0,0475	0,0478	0,0484
3.	1,6180	1,6206	1,6241	1,6269	1,6320	1,6379	1,6410	1,6446	1,6480	1,6534	0,0499	0,0204	0,0205	0,0211	0,0214
4.	1,6182	1,6208	1,6242	1,6271	1,6321	1,6371	1,6399	1,6436	1,6467	1,6522	0,0489	0,0194	0,0194	0,0196	0,0204
5.	1,6195	1,6222	1,6254	1,6284	1,6336	1,6387	1,6416	1,6452	1,6487	1,6543	0,0492	0,0194	0,0198	0,0203	0,0207
6.	1,6187	1,6212	1,6246	1,6276	1,6328	1,6379	1,6407	1,6443	1,6475	1,6531	0,0492	0,0495	0,0197	0,0199	0,0203
7.	1,6230	1,6257	1,6293	1,6322	1,6376	1,6437	1,6468	1,6507	1,6539	1,6596	0,0207	0,0211	0,0214	0,0217	0,0220
2. Gruppe: Blauschwarze Eisenturmaline.															
8.	1,6351	1,6281	1,6315	1,6347	1,6406	1,6492	1,6517	1,6558	1,6594	1,6658	0,0244	0,0236	0,0243	0,0247	0,0252
9.	1,6300	1,6328	1,6365	1,6394	1,6448	1,6587	1,6618	1,6659	1,6692	1,6749	0,0287	0,0290	0,0294	0,0298	0,0304
10.	1,6295	1,6325	1,6363	1,6394	1,6452	1,6592	1,6624	1,6664	1,6700	1,6766	0,0297	0,0299	0,0304	0,0305	0,0314
11.	1,6337	1,6368	1,6406	1,6438	1,6497	1,6631	1,6664	1,6708	1,6763	1,6814	0,0294	0,0296	0,0302	0,0325	0,0347
3. Gruppe: Grünschwarze Eisenturmaline.															
12.	1,6308	1,6338	1,6378	1,6404	1,6469	1,6574	1,6606	1,6658	1,6707	1,6782	0,0266	0,0268	0,0280	0,0303	0,0343
13.	1,6349	1,6378	1,6415	1,6445	1,6510	1,6654	1,6689	1,6729	1,6763	1,6822	0,0302	0,0344	0,0313	0,0343	0,0342
14.	1,6398	1,6428	1,6462	1,6497	1,6561	1,6744	1,6763	1,6832	1,6850	1,6943	0,0346	0,0335	0,0370	0,0353	0,0352
15.	1,6486	1,6515	1,6573	1,6609	1,6676	1,6824	1,6834	1,6922	1,6974	1,6924	0,0335	0,0339	0,0349	0,0362	0,0345
16.	1,6244	1,6270	1,6308	1,6336	1,6400	1,6512	1,6535	1,6585	1,6624	1,6672	0,0268	0,0265	0,0277	0,0288	0,0272
17.	1,6244	1,6271	1,6304	1,6339	1,6388	1,6493	1,6531	1,6575	1,6610	1,6655	0,0249	0,0260	0,0274	0,0271	0,0267
18.	1,6302	1,6333	1,6371	1,6409	1,6473	1,6546	1,6576	1,6629	1,6674	1,6744	0,0244	0,0243	0,0258	0,0265	0,0268
4. Gruppe: Magnesiaturmaline.															
18a.	1,6295	1,6290	1,6333	1,6398	1,6422	1,6508	1,6536	1,6587	1,6620	1,6672	0,0243	0,0246	0,0254	0,0252	0,0250
18b.	1,6196	1,6224	1,6260	1,6291	1,6345	1,6418	1,6454	1,6494	1,6539	1,6584	0,0222	0,0227	0,0234	0,0238	0,0239
18c.	1,6174	1,6203	1,6235	1,6265	1,6316	1,6371	1,6398	1,6437	1,6470	1,6526	0,0197	0,0195	0,0202	0,0205	0,0210
19.	1,6157	1,6182	1,6218	1,6247	1,6300	1,6354	1,6384	1,6422	1,6456	1,6511	0,0197	0,0202	0,0205	0,0209	0,0214
20.	1,6134	1,6160	1,6195	1,6223	1,6275	1,6337	1,6368	1,6405	1,6437	1,6493	0,0203	0,0208	0,0210	0,0214	0,0218
21.	1,6114	1,6138	1,6174	1,6199	1,6249	1,6303	1,6331	1,6368	1,6400	1,6454	0,0189	0,0193	0,0197	0,0204	0,0205
22.	1,6100	1,6126	1,6159	1,6187	1,6238	1,6291	1,6324	1,6381	1,6419	1,6476	0,0221	0,0224	0,0229	0,0232	0,0238
23.	1,6096	1,6123	1,6158	1,6185	1,6235	1,6284	1,6315	1,6354	1,6382	1,6437	0,0188	0,0192	0,0193	0,0197	0,0202

18a = Ceylon dunkel; 18b = Ceylon mittel; 18c = Ceylon hell.

18a = Ceylon dunkel; 18b = Ceylon mittel; 18c = Ceylon hell.

Zur ersten Abtheilung gehören die lithionreichen, zur zweiten die magnesia-reichen und zur dritten die eisenreichen Turmaline. Die letzteren können noch in blauschwarze und grünscharze Varietäten eingetheilt werden, je nachdem der ordentliche Strahl blau oder grün gefärbt ist.

Die Abhängigkeit der Doppelbrechung vom Eisengehalte ist graphisch veranschaulicht.

[Bemerk. d. Ref. Obwohl Verf. sich viele Mühe gegeben hat, umfangreiche optische Bestimmungen auszuführen, so reicht doch das Material nicht hin, wie Verf. selbst bemerkt, um allgemeine Schlüsse zu rechtfertigen. So z. B. haben die lithionreichen Turmaline, welche nach dem Verf. zu der ersten Abtheilung gehören sollten, zwar niedrigste Doppelbrechung, aber auch niedrigste Lichtbrechung wie manche Magnesiatummaline; die eisenreichen Turmaline haben zwar die höchste Lichtbrechung, aber manche derselben eine Doppelbrechung, wie manche Magnesiatummaline. Ferner beziehen sich die vom Verf. gefundenen optischen Werthe auf ein Material, welches mit gewissem Vorbehalte mit demjenigen zu vergleichen ist, das für die chemische Analyse gedient hat. Man kann daher mit Recht schliessen, dass, so lange die sämtlichen Versuche nicht einheitlich ausgeführt werden, die Resultate einen sehr beschränkten Werth haben und zu keinem wichtigen Gesetze führen können. Auch weichen die optischen Brechungsverhältnisse zu stark ab, als dass es gerechtfertigt erschiene, mittlere Werthe abzuleiten, wie der Verf. es thut.]

Specifisches Gewicht der Turmaline
mittelt der Suspensionsmethode bestimmt.

Ordnungszahl	Spec. Gewicht	Ordnungszahl	Spec. Gewicht
I. Gruppe: 1	3,044 ± 0,009	III. Gruppe: 44	3,240 ± 0,003
2	3,007 ± 0,005	45	3,498 ± 0,007
3	3,075 ± 0,002	46	3,422 ± 0,004
4	3,063 ± 0,005	9a	3,422 —
5	3,076 ± 0,003	47	3,422 ± 0,040
6	3,082 ± 0,002	48a	3,404 ± 0,002
7	3,134 ± 0,003	48b	3,066 ± 0,002
II. Gruppe: 8	3,140 ± 0,044	48c	3,056 ± 0,003
9	3,197 ± 0,007	49	3,068 ± 0,003
10	3,208 ± 0,040	20	3,052 ± 0,003
11	3,242 ± 0,003	24	3,050 ± 0,005
III. Gruppe: 12	3,190 ± 0,006	22	3,036 ± 0,003
13	3,220 ± 0,002	23	3,044 ± 0,003

Nach dem Verf. soll das specifische Gewicht der Turmaline mit dem Schwermetallgehalte nach einer geraden Linie variiren. Indessen sind sehr viele Abweichungen vorhanden. Auch das specifische Gewicht und die Doppelbrechung sollen in einer sehr einfachen Beziehung stehen, welche Verf. durch eine parabolische Curve darstellt. Allein die Abweichungen in dieser Hinsicht sind stärker als die Regel.

Am Schlusse giebt Verf. eine kurze Kritik der besten Turmalinanalysen und zwar auf Grund der vorangegangenen optischen Beobachtungen. Doch scheint es dem Ref., dass, so lange die Beziehungen zwischen den optischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung beim Turmalin noch so wenig bekannt sind, es geeigneter wäre, die aufgeworfenen Fragen durch neue Analysen zu prüfen.

Ref.: C. Viola.

12. B. Brunhes (in ?): **Ueber die innere Reflexion in einem Krystalle mit Drehungsvermögen** (Arch. Néerl. 1900 (2), 5, 1—16; nach einem Referat in den Beibl. z. d. Ann. d. Phys.).

Eine planparallele Quarzplatte, deren Flächen unter 45^0 gegen die Hauptaxe geneigt waren, grenzte mit ihren vorderen Flächen zur Vermeidung der äusseren Reflexion an dieser Fläche an ein mit einem geeigneten Gemische von Schwefelkohlenstoff und Benzol gefülltes Hohlprisma. Das durch dieses letztere eintretende circularpolarisirte Licht durchsetzte den Quarz in der Richtung der Hauptaxe und wurde an der hinteren Fläche des Quarzes, welche zum Theil an Luft, zum Theil an Alkohol grenzte, zu einem Theile total, zu einem anderen Theile partiell reflectirt. Die Phasendifferenz bei der Totalreflexion unter dem Incidenzwinkel von 45^0 wurde hierbei zu 0,429 Wellenlänge gefunden.

Ref.: J. Beckenkamp.

13. G. Tammann (in Dorpat): **Ueber die Lage der Volumen- und Energiefläche eines Krystalles und seiner Schmelze** (Ebenda S. 408—417; nach einem Referat in den Beibl. z. d. Ann. d. Phys.).

Sei v' das Volumen des flüssigen, v'' das des festen Benzophenons; Verf. bestimmte nach der Formel $\frac{d_p v'}{dT} - \frac{d_p v''}{dT} = \mathcal{A}_v$ experimentell die Temperaturdruckcurve, auf welcher $\mathcal{A}_v = 0$ ist, und ebenso diejenige Curve, auf welcher die Schmelzwärme $r = 0$ ist. Beide Curven schneiden sich nicht.

Ref.: J. Beckenkamp.

14. W. B. v. Czudnochowski (in ?): **Durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten** (Phys. Zeitschr. 1900, 2, 65—66).

Verf. beobachtete an Flussspathplatten, welche von Kathodenstrahlen beschienen wurden, Ringe, welche den Anlauffarben erhitzter Metallplatten ähnlich waren.

Ref.: J. Beckenkamp.

15. A. Wroblewski (in Krakau): **Ueber eine Methode Krystalle aus einer Lösung zu erhalten ohne Krustenbildung an der Oberfläche** (Anzeiger der Akad. d. Wiss. Krakau 1900, 349—325. — Zeitschr. f. phys. Chem. 1901, 36, 84—86).

Der Boden des Krystallisationsgefässes, welches man in ein grösseres, mit Chlorcalcium gefülltes Gefäss eintaucht, wird durch Pergament gebildet; sonst ist des erstere Gefäss allseitig luftdicht verschlossen.

Ref.: J. Beckenkamp.



XXX. Beiträge zur Kenntniss der Alunit-Jarositgruppe.

Von

W. F. Hillebrand in Washington und S. L. Penfield in New Haven, Conn.

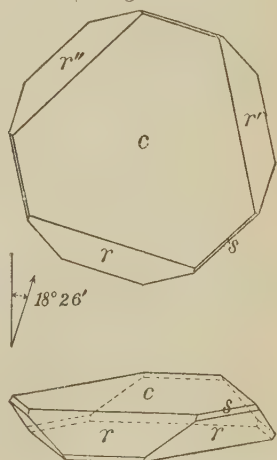
(Mit 2 Textfiguren.)

Im Nachstehenden geben wir die Beschreibung zweier neuer Varietäten des Jarosits. Die eine derselben wurde aus Nevada von Herrn H. W. Turner zur Bestimmung an das Laboratorium der Geol. Survey in Washington eingesendet; die andere stammt aus New Mexico und wurde von Herrn J. H. Porter in Denver, Col., dem mineralogischen Laboratorium der Sheffield Sc. School zur Identificirung übergeben. Mit Ausnahme einer kleinen Verschiedenheit in der Färbung gleichen die beiden Vorkommen einander völlig. Das Mineral bildet winzige, isolirte, tafelige Krystalle, welche unter dem Mikroskope die Combination eines Rhomboëders mit gross ausgebildeter Basis erkennen lassen. Der Zufall fügte es, dass die beiden Autoren davon Kenntniss erhielten, dass sie gleichzeitig mit der Untersuchung zweier Mineralien derselben Gruppe beschäftigt waren, und so vereinigten sie sich, um ihre Resultate in nachstehender gemeinschaftlicher Publication niederzulegen.

Natrojarosit.

Das von Herrn Turner gesammelte Material stammt von der Ostseite des Soda-Springs Valley, am Wege von Sodaville nach der Vulcan Copper Mine. Es bildet ein schimmerndes Pulver, bestehend aus winzigen, vollkommen ausgebildeten Kryställchen vom Habitus wie Fig. 4; die meisten derselben zeigen jedoch nur das eine Rhomboëder r an Stelle der beiden in der Figur abgebildeten.

Fig. 4.



Der grösste Krystall war 0,15 mm breit und 0,025 mm dick, die meisten Krystalle sind aber nur halb so gross. Trotz dieser geringen Dimensionen gelang es doch, die Winkel mit dem Reflexionsgoniometer zu messen; Schwierigkeiten bereitete nur der vicinale Charakter der Basisfläche.

Nach wiederholten Versuchen wurde ein Krystall gefunden, dessen Basis von hinlänglich guter Beschaffenheit war und der folgende Messungen gestattete:

		Gemessen:			Gemessen:	Berechnet:
$c:r$ (0004): (10 $\bar{1}$ 1) =	51° 53'*		$c:s$ (0004): (02 $\bar{2}$ 1) =	68° 42'		68° 35'
$c:r'$ (0004): ($\bar{1}$ 101)	51 53		$c:s'$ (0004): ($\bar{2}$ 021)	68 48		68 35
$c:r''$ (0004): (0 $\bar{1}$ 11)	52 26		$r:r'$ (10 $\bar{1}$ 1): ($\bar{1}$ 101)	86 5		85 54

Die Krystalle sind hexagonal-rhomboëdrisch. Der als Fundamentalwinkel angenommene Werth 51° 53', der ziemlich genau sein dürfte, führt auf das Axenverhältniss $a:c = 4:4,104$; dass dieses ziemlich der Wirklichkeit entspricht, ergibt sich aus den Werthen für $c:s$ und $r:r'$, welche nur wenig von den berechneten abweichen. Eine weitere Reihe von Messungen des Winkels $c:r$, welche zwar beträchtlich schwankten, ergaben Werthe um 52°. Die Winkel $c:r$ und $r:r'$ des gewöhnlichen Kaliumjarosits sind 55° 16' und 90° 45'.

Unter dem Mikroskope zeigen die Krystalle normale optische Eigenschaften, die dickeren zeigen das schwarze Kreuz und den Beginn des ersten Interferenzringes, die Doppelbrechung ist negativ. Die Farbe einzelner Krystalle im durchfallenden Lichte ist goldgelb, während die Farbe einer grösseren Menge von Krystallen gelbbraun ist. Viele Krystalle zeigen auch zahlreiche braune Einschlüsse. Das erwähnte Glitzern des Materials entsteht durch Reflexion an den zahlreichen Basisflächen.

Das zur Analyse verwendete Material war so rein als möglich, doch konnten Krystalle mit den erwähnten braunen Einschlüssen nicht umgangen werden; auch fanden sich gelegentlich einige braune eisenreiche Partikel mit den Krystallen gemengt. Das spec. Gew. wurde bei 30,5° C. zu 3,48 gefunden. Die Analyse (Hillebrand) ergab:

		Verhältniss:	
Fe_2O_3	50,98	0,319	3,29
Na_2O (Anm. S. 547)	6,03	0,094	4,04
K_2O	0,35	0,004	
SO_3	30,96	0,387	4,00
H_2O unter 105°	0,12		
H_2O über 105°	11,03	0,613	6,33
As_2O_5	0,20		
SiO_2	0,23		
CaO	0,04		
		<hr/> 99,94	

Das Verhältniss von $Fe_2O_3 : Na_2O : SO_3 : H_2O$ ist augenscheinlich 3 : 4 : 4 : 6, wie in dem gewöhnlichen Kaliumjarosit. Der geringe Ueberschuss von Fe_2O_3 und H_2O ist wohl auf Kosten von etwas Eisenhydroxyd zu setzen, vielleicht sind auch die dunklen Einschlüsse theilweise daran schuld; ferner sind Spuren eines Arsenats und eines Silicats vorhanden. Wird der Ueberschuss an Fe_2O_3 und H_2O als Verunreinigung abgerechnet, so ergibt sich, dass 94 0/0 des analysirten Materials als reiner Natrojarosit angesehen werden müssen:

	nach Abzug d. Verunreinig.:		berechnet n. d. Formel: $Na_2Fe_6(OH)_{12}(SO_4)_4$
Fe_2O_3	46,43	oder 49,39	49,49
Na_2O	5,81	6,18	6,39
K_2O	0,35	0,37	—
SO_3	30,96	32,94	32,99
H_2O	40,45	44,42	44,43
	94,00	100,00	100,00

Die Anwesenheit von 6 0/0 Verunreinigungen in einem Krystallpulver, wie das analysirte, kann nicht verwundern, wenn man bedenkt, dass unter Umständen fast 2 500 000 Kryställchen nöthig sind, um ein Gramm Substanz zu erhalten. Diese Schätzung beruht auf der Annahme, dass die Krystalle einen Durchmesser von 0,1 mm und eine Dicke von 0,02 mm haben, was sicherlich noch über ihre mittlere Grösse hinausgeht.

Unter den Stücken von Cook's Peak in New Mexico, welche Herr Porter eingesandt hatte, fanden sich einige Massen von etwas fester verkitteten Aggregaten winziger Kryställchen eines Minerals aus der Jarositgruppe. Die Stücke sind von braungelber Farbe und haben stellenweise das glitzernde Aussehen eines Glimmerschiefers. Auch hat es den Anschein, als ob dieselben einem Drucke unterworfen worden wären und zugleich eine gewisse Gleitung erfahren hätten. Das Material ist ziemlich leicht zu zerdrücken, und das Pulver zeigt unter dem Mikroskope alle Eigenschaften des oben beschriebenen Jarosits. Als Begleiter finden sich ein wenig Limonit und Quarz; ganz reines Material zur Analyse konnte nicht erhalten werden. Es wurde daher eine Partialanalyse mit folgendem Resultate ausgeführt:

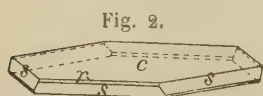
Fe_2O_3 55,60, Na_2O 4,49, K_2O 0,77, PbO 0,96.

SO_3 und H_2O wurden nachgewiesen, aber nicht bestimmt; das Resultat ist hinlänglich genügend, um das Mineral als Natrojarosit festzulegen.

4) Nach dem völligen Glühen des Minerals wurden 0,22 0/0 Natron nicht von heissem Wasser ausgezogen und mögen wohl einem Feldspathe oder sonstigen fremden Minerale angehören. Es wurden deshalb nur 5,84 0/0 dem Jarosit zugerechnet und zur Berechnung der Formel benutzt.

Plumbojarosit.

Das Material stammt von Cook's Peak in New Mexico und bildet ein schimmerndes krystallinisches Pulver oder lose zusammenhängende Massen, welche zwischen den Fingern leicht zerrieben werden können. Die Krystalle sind sehr symmetrisch und genau gleich denen des Natrojarosits, Fig. 1, obschon für gewöhnlich nur das eine Rhomboëder r vorhanden ist. Sie sind im Mittel eine Kleinigkeit schmaler und etwas dünner als jene des Natrojarosits. Es wurden eine Anzahl Krystalle auf dem Reflexionsgoniometer gemessen, wobei die Hauptschwierigkeit mehr durch den vicinalen Charakter der Flächen, als durch deren Kleinheit bedingt wird.



Ein ungewöhnlich grosser Krystall von 0,28 mm Breite und 0,045 mm Dicke zeigte die Entwicklung wie Fig. 2, welche ungewöhnlich ist, da im Allgemeinen stets $r\{10\bar{1}1\}$ und nicht $s\{02\bar{2}1\}$ das vorherrschende Rhomboëder ist. Glücklicherweise

war der Krystall so vortheilhaft an einer Wachsspitze angeheftet, dass Messungen von $s:s$ in drei rhomboëdrischen Zonen möglich waren. Die Resultate von fünf Messungen von $s:s$ über die obere und untere Polkante variiren zwischen $109^{\circ}5'$ und $109^{\circ}30'$, im Mittel $109^{\circ}46'$, sechs Messungen über die Mittelkante variiren zwischen $70^{\circ}40'$ und $71^{\circ}0'$, im Mittel $70^{\circ}36'$. Das Mittel der beiden supplementären Werthe ist $s:s = (2\bar{2}01):(02\bar{2}1) = 109^{\circ}20'$, welcher Werth als Fundamentalwinkel genommen wurde. Daraus folgt das Axenverhältniss $a:c = 1:4,246$.

Die Basis ist an diesem Krystalle eine Vicinalfläche, weshalb auch keine brauchbaren Messungen für $c:s$ erhalten wurden. Dagegen wurde an einer Anzahl anderer Krystalle $c:r$ mit wechselndem Resultate gemessen, eine Folge der unsicheren Reflexe der Basis. Vier Messungen von $c:r$, welche als von den besten Reflexen erhalten bezeichnet werden müssen, schwanken zwischen $54^{\circ}45'$ und $54^{\circ}44'$, im Mittel $54^{\circ}30'$, während der berechnete Winkel $c:r(0001):(10\bar{1}1) = 54^{\circ}32'$ ist. Es kann daher angenommen werden, dass das Axenverhältniss ziemlich exact ist. Der berechnete Werth von $r:r'(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 89^{\circ}42'$.

Die Krystalle zeigen normale optische Eigenschaften und negative Doppelbrechung. Da die Krystalle im Mittel dünner sind als jene des Natrojarosits, so konnte nur ganz selten und mit den stärksten Vergrösserungen der Beginn des ersten Interferenzringes beobachtet werden. Einzelkrystalle zeigten unter dem Mikroskope im durchfallenden Lichte eine goldgelbe Farbe, während eine grössere Menge von Krystallen als dunkelbraunes, glänzendes Pulver erscheint, dunkler als das des Natrojarosits.

Die Analyse wurde mit dem bestmöglichen Materiale (spec. Gewicht 3,665 bei 30°C.) ausgeführt. Das Resultat war ein überraschendes und gänz-

lich unvorhergesehenes, indem sich ergab, dass dieser Jarosit an Stelle der Alkalien Blei enthält. Die gefundenen Zahlen (Hillebrand) sind:

	I.	II.	III.	IV.	Mittel:	Verhältn.:	
Fe_2O_3	42,36	42,38	—	—	42,37	0,265	} 3,45
Al_2O_3 ? ¹⁾	0,12	0,08	0,11	—	0,10	0,001	
PbO	49,69	49,99	49,89	49,79	49,84	0,089	4,05
K_2O	0,17	—	—	—	0,17	—	—
Na_2O	0,21 ²⁾	—	—	—	0,21 ²⁾	—	—
SO_3	27,05	27,07	—	—	27,06	0,338	4,00
H_2O unter 405^0	0,02	—	—	—	0,02	—	—
H_2O über 405^0	9,59	9,49	—	—	9,54	0,530	6,27
SiO_2	0,56	0,51	0,47	—	0,51	—	—
CuO	0,27	0,27	—	—	0,27	—	—
CaO	0,05	—	—	—	0,05	—	—
MgO	0,04	—	—	—	0,04	—	—
					100,15		

Das Verhältniss von $Fe_2O_3 : PbO : SO_3 : H_2O$ ist sehr nahe 3 : 4 : 4 : 6, entspricht also dem Jarosit; der geringe Ueberschuss an Fe_2O_3 , H_2O und PbO + Alkalien kann wohl auf Rechnung von Verunreinigungen gesetzt werden, theilweise Eisenhydroxyd und theilweise ein Bleisalz, vielleicht ein lösliches Silicat, wie sich aus der vollständigen Löslichkeit der Kieselsäure in Säuren ergibt. Wird das Verhältniss genau gleich 3 : 4 : 4 : 6 gesetzt, so sind 4,36% Verunreinigungen zugegen, und die verbleibenden 95,64% können als reiner Plumbojarosit angesehen werden, wie folgt:

	Berechn. für $PbFe_6(OH)_2(SO_4)_4$	
Fe_2O_3	40,59	oder 42,44
PbO	48,86	49,72
SO_3	27,06	28,29
H_2O	9,13	9,55
	95,64	100,00

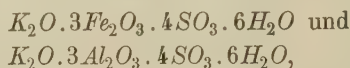
Da ungefähr 2 500 000 Krystalle von Natrojarosit für ein Gramm Substanz erforderlich sind, so sind sicherlich deren vier Millionen für ein Gramm Plumbojarosit nöthig, denn diese sind, obwohl von etwas höherem spec. Gewicht, doch bedeutend dünner. Es ist daher eine Verunreinigung von 4,5% in einem solchen krystallinischen Producte nicht verwunderlich.

4) Die Gegenwart von Thonerde wurde nicht genau geprüft. Die gegebenen Zahlen sind die Differenzen zwischen den verschiedenen Wägungen des Ammoniumniederschlags und jenen des in demselben enthaltenen Eisenoxyds, bestimmt durch Permanganat nach Reduction mit Schwefelwasserstoff.

2) Wahrscheinlich etwas zu hoch.

Jarosit und Alunit.

Wie aus den bisher bekannten Analysen ersichtlich, ist das darin bestimmte Alkali stets Kalium, obwohl auch etwas Natrium zuweilen vorhanden ist. Die Formeln für die beiden Mineralien sind daher:



was auf verschiedene Art, wie wir noch sehen werden, ausgedrückt werden kann.

Ein Mineral, das unserem Natrojarosit entspricht, obwohl es eine kleine Quantität Kalium enthält, wurde von W. P. Headden¹⁾ beschrieben. Dasselbe, aus der Buxton-Mine, Lawrence Co., Süd-Dakota, stammend, bildet Blättchen, Combinationen eines Rhomboëders mit der Basis; das analysirte Material war ebenfalls nicht ganz rein, indem Quarz und etwas As_2O_5 angegeben werden. Letzteres gehört augenscheinlich nicht dem Jarosit an und kann vielleicht herrühren von etwas beigemengtem Skorodit $FeAsO_4 \cdot 2H_2O$; unter dieser Annahme können die Resultate Headden's folgendermassen interpretirt werden:

	Original-analyse:	Skorodit und Quarz:	Natro-jarosit:		Verhältniss
Fe_2O_3	46,27	4,60	44,67	oder 50,10	3,13
Na_2O	4,35	—	4,35	4,86	} 1,04
K_2O	4,47	—	4,47	4,65	
CaO	0,39	—	0,39	0,44	
SO_3	28,46	—	28,46	31,93	4,00
H_2O	10,55	0,72	9,83	11,02	6,13
As_2O_5	2,36	2,36	—	—	—
Quarz	6,10	6,10	—	—	—
	99,95	10,78	89,17	100,00	

Werden also dergestalt 4,68% Skorodit angenommen und mit dem Quarz in Abzug gebracht, so entspricht der Rest sehr gut dem Natrojarosit, indem das Molekularverhältniss ziemlich genau 3 : 1 : 4 : 6 wird.

Alunit mit beträchtlichem Natrongehalte ist durch W. Cross²⁾ von den Rosita Hills in Colorado und durch E. B. Hurlburt³⁾ vom Red Mountain in Colorado bekannt geworden. Die Analysen beider Mineralien zeigen ungefähr gleiche Procente K_2O und Na_2O oder im Molekularverhältniss $K_2O : Na_2O = 4 : 7$. Interessant ist, dass der Alunit vom Red Mountain in Colorado als krystallinisches Pulver vorkommt, dessen Kryställchen genau

1) Amer. Journ. Sc. 1893, (3) **44**, 24. Ref. diese Zeitschr. **25**, 103.

2) Ebenda 1891 (3) **41**, 472. Ref. diese Zeitschr. **22**, 421.

3) Ebenda 1894 (3) **48**, 130. Ref. diese Zeitschr. **26**, 520.

gleich denen des Natrojarosits und Plumbojarosits sind, nur dass die Krystalle etwas kleiner und weiss sind, unter dem Mikroskope aber farblos. Das Vorkommen von Natron in der Jarosit-Alunitgruppe ist daher völlig in Uebereinstimmung mit früheren Beobachtungen; anders steht die Sache mit dem Blei. Es ist dies nach unserem Erachten der erste Fall, dass Blei isomorph mit den Alkalimetallen beobachtet wird.

Vom chemischen Standpunkte aus ist das Interessanteste an dem neuen Minerale, dass es auf die Isomorphie von Kalium, Natrium und Blei hindeutet. Für gewöhnlich sind gerade Kalium und Natrium nicht isomorph, da die einfachsten Salze selten in denselben Formen krystallisiren. Obgleich KCl und $NaCl$ beide in Würfeln krystallisiren, ist es keineswegs sicher, ob sie auch derselben Gruppe des isometrischen Systems gehören. Es ist z. B. durch die Aetzfiguren erwiesen, dass KCl gleich NH_4Cl der plagiëdrischen Gruppe zugehören, während die Aetzfiguren am $NaCl$ anzeigen, dass selbiges der normalen Gruppe angehört. Fernerhin findet sich in Stassfurt der Sylvin neben dem Steinsalze auf demselben Handstücke auskrystallisirt, anstatt dass sie sich in isomorpher Mischung finden. Selbst in so complicirten Verbindungen, wie der Feldspath, krystallisiren die Kalium- und die Natriumverbindung als Orthoklas und Albit für sich leichter, denn als isomorphe Mischungen. Schliesslich hat Kalium eine starke Neigung Alaun zu bilden, was beim Natrium nicht zutrifft. Im Gegensatze zu diesem verschiedenen chemischen Verhalten haben wir in der Jarosit-Alunitgruppe nicht nur die Alkalimetalle Ka und Na , sondern, was noch bemerkenswerther erscheint, Blei in derselben Rolle in der Verbindung und Krystalle liefernd, welche in geradezu überraschender Weise in ihren physikalischen Eigenschaften einander gleichen. Wir können für den Augenblick keinen anderen Grund für diesen Fall der Isomorphie finden, als den, dass der Einfluss der Alkalien und des Bleies gegenüber den anderen Bestandtheilen so verschwindend ist, dass in dem grossen Moleküle die letzteren durch den Effect ihrer Masse die Krystallform bestimmen.

Der Alunit vom Red Mountain, den Hurlburt beschrieben hat, ist im mineralogischen Laboratorium der Sheffield-Hochschule untersucht worden, und es hat sich ergeben, dass das Wasser erst bei ziemlich hoher Temperatur ausgetrieben wird, dass es also nur als Hydroxyl und nicht als Krystallwasser zugegen sein kann. Daraus aber ergab sich, dass die scheinbar complicirte Formel des Minerals, welche dem Verhältniss $Al_2O_3 : K_2O : SiO_3 : H_2O = 3 : 4 : 4 : 6$ entspricht, ganz bedeutend vereinfacht werden kann, nämlich zu $K[Al(OH)_2]_3[SO_4]_2$.

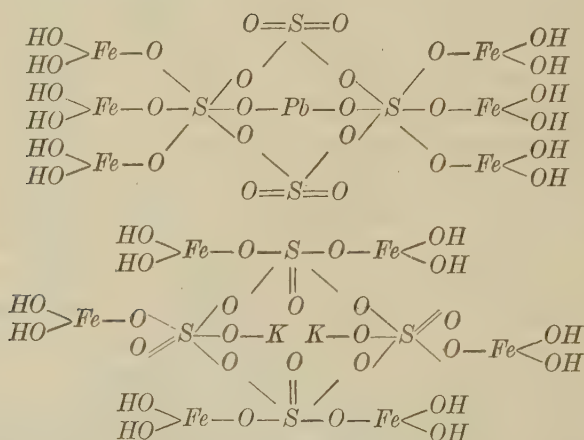
Es wird jedoch durch gegenwärtige Untersuchung angezeigt erscheinen, die obige einfache Formel zu verlassen und diejenige mit doppelter Atomzahl anzunehmen, welche die Isomorphie zwischen Ka , Na und Pb zum

Ausdrucke bringen lässt. Die Formeln der Mineralien würden sich demgemäss wie folgt gestalten:

Alunit	$K_2[Al(OH)_2]_6[SO_4]_4$	oder	$K_2Al_6[OH]_{12}[SO_4]_4$
Natroalunit	$Na_2[Al(OH)_2]_6[SO_4]_4$		$Na_2Al_6[OH]_{12}[SO_4]_4$
Jarosit	$K_2[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4$		$K_2Fe_6[OH]_{12}[SO_4]_4$
Natrojarosit	$Na_2[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4$		$Na_2Fe_6[OH]_{12}[SO_4]_4$
Plumbojarosit	$Pb[Fe(OH)_2]_6[SO_4]_4$		$PbFe_6[OH]_{12}[SO_4]_4$

Bei der Bleiverbindung ist ein Atom Blei und in den übrigen zwei Atome Kalium oder Natrium combinirt mit einem Moleküle, bestehend aus 50 anderen Atomen. Es ist daher wohl begreiflich, dass der Complex von 50 Atomen zur Rechten von Ka_2 , Na_2 und Pb in obigen Formeln die Krystallisation durch den Einfluss des Masseneffectes beherrscht und einen Isomorphismus bedingt zwischen so ungleichen Elementen wie Natrium, Kalium und Blei.

Die oben angenommene verdoppelte Formel kann natürlich wieder in mannigfacher Weise weiter in andere aufgelöst werden, von denen die folgenden die einfachsten und am meisten befriedigendsten sind:



Bemerkenswerth ist, dass, obgleich die Rolle des K_2 , Na_2 und Pb in den Alunit-Jarosit-Molekülen eine ganz untergeordnete ist, die Substitution von Na_2 für K_2 dennoch begleitet wird von einer ganz auffallenden Veränderung der Krystallwinkel, welche in der That grösser ist, als sie im Allgemeinen bei isomorphen Vertretungen beobachtet wird. Dass Alunit und Jarosit, welche Kalium enthalten, in ihren Winkeln ziemlich gleich sein werden, war zu erwarten, da auch die Krystalle von Korund und Hämatit überraschend gleich sind, wie folgender Vergleich ergibt:

	Axenlänge:	$r:r'$	$c:r$
Korund Al_2O_3	4,3630	93° 56'	57° 34'
Hämatit Fe_2O_3	4,3656	94 0	57 37

Die Beziehungen der Mineralien der Alunit-Jarosit-Gruppe sind folgende:

	Axenlänge:	$r:r'$	$c:r$	Doppelbrechung:
Alunit	4,252	90° 50'	55° 19 $\frac{2}{3}$ '	positiv
Jarosit	4,245	90 45	55 46	negativ
Natrojarosit	4,104	85 54	54 53	negativ
Plumbojarosit	4,216	89 42	54 32	negativ

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die Substitution von Natrium für Kalium im Jarosit eine grössere Winkeländerung hervorgerufen hat, als die des Bleies an Stelle von Kalium.

Die drei Mineralien Natrojarosit, Plumbojarosit und *Na-K*-Alunit vom Red Mountain erscheinen zusammen unter dem Mikroskope praktisch völlig identisch und illustriren sehr schön einerseits die Isomorphie von Aluminium und Eisen und andererseits die von *Ka*, *Na* und Blei. Die drei Substanzen müssen wohl unter ganz ähnlichen Bedingungen entstanden sein, und es ist wahrscheinlich, dass sie Sulfatarenproducte darstellen, welche unter der combinirten Wirkung von Hitze und Druck entstanden sind. Da sie nur sehr schwer löslich sind, so haben sie sich, wie so manche Präcipitate, als feines krystallinisches Pulver abgeschieden.

Die drei Substanzen verhalten sich beim Erhitzen im geschlossenen Rohre völlig gleich, bei mässigem Erhitzen erleiden sie keine Zersetzung, bei höher gesteigerter Temperatur zersetzen sich die Krystalle und zerfallen zu einem feinen Pulver oder Staub, welcher durch die entweichenden Dämpfe weitergeführt und erst in beträchtlicher Entfernung im Rohre wieder abgesetzt wird. Ausser Wasser werden reichlich SO_2 und SO_3 abgegeben. Beim Natrojarosit ergab sich, und dies wird zweifelsohne auch für den *Na-K*-Jarosit gelten, dass sich nach dem Glühen ein Viertel des Schwefelsäureradicals an Alkali gebunden findet und mit Wasser ausgezogen werden kann, während der Plumbojarosit beim Glühen alle Schwefelsäure abgibt, zweifelsohne, weil das vorhandene Eisenoxyd zur Zersetzung alles Bleisulfates dient, das sich etwa bilden könnte. Erhitzt man Anglesit $PbSO_4$ für sich im geschlossenen Rohre, so erleidet er keine Zersetzung, wird derselbe aber mit Limonit fein zerrieben und erhitzt, so wird sauer reagirendes Wasser abgegeben. Fein gepulverter Natrojarosit und Plumbojarosit sind langsam aber vollständig in kochender Salzsäure löslich, Plumbojarosit giebt mit Soda auf Kohle Kügelchen von Blei und einen Bleibeslag.

Es schien den Verfn. am besten, die neuen Verbindungen als Natrojarosit und Plumbojarosit zu bezeichnen, da diese Namen die Beziehungen zu wohlbekannten Mineralien ausdrücken. Andere Glieder dieser Gruppe

werden zweifelsohne noch gefunden werden, und der Name Natroalunit soll zur Bezeichnung der auf Seite 534 erwähnten Varietät des Alunits von Colorado dienen, in welchem das Verhältniss von Natron zu Kali = 7 : 4 ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass eine Reihe von Alunit-Jarosit-Verbindungen sich auch künstlich darstellen lassen wird.

Schliesslich gedenken die Verff. dankbarst der Herren Turner und Porter, welche die Verff. auf diese interessanten Verbindungen hingewiesen haben.

Laborat. der U. S. Geolog. Survey, Washington.

Laborat. der Sheffield Sc. School, New Haven.

XXXI. Ueber Krokoitkrystalle von Tasmanien.

Von

R. G. van Name in New Haven, Conn.

(Mit 6 Textfiguren.)

Unter Neuzugängen der Brush-Collection befinden sich auch eine Anzahl loser Krystalle und Stufen von Krokoit des bekannten Fundortes bei Dundas in Tasmanien. Dieselben zeigen eine Ausbildungsweise, wie sie bisher noch nicht beschrieben worden ist. Das Mineral sitzt auf einem zellig zerfressenen Limonit, in welchem ausser dem Krokoit keine Spur einer anderen Chrom- oder Bleiverbindung zu finden ist. In diesem Gangmateriale, welches offenbar aus einer Oxydationszone stammt, sitzen diese Krystalle in unregelmässigen Gruppen oder lose anhaftenden Massen.

Die Ausbildungsweise ist eine wechselnde, und zwar können zwei Typen unterschieden werden. Der erste, bisher nicht in der Literatur¹⁾ erwähnte Typus ist charakterisirt durch eine ungemein starke Entwicklung des ungefähr rechtwinkeligen primären Prismas ($m : m = 93^{\circ} 44'$). Vier Krystalle zeigen dasselbe in einer Länge von 40—64 mm, während die Breite der Prismenflächen nur 4—2 mm beträgt. Andere Krystalle und Fragmente zeigen nur wenig geringere Dimensionen. Die Flächen des Prismas sind leicht der Länge nach gestreift, aber sonst glatt und eben, mit sehr scharfen Kanten und äusserst regelmässig ausgebildet. Der Durchmesser der Krystalle ist ein sehr gleichmässiger, und diese zeigen keine Neigung, sich zuzuspitzen. Die Beschaffenheit, sowie die Reflexe der Endflächen sind vorzüglich; letztere bestehen hauptsächlich aus Domen und untergeordnet aus der Basis und der Hemipyramide $t\{111\}$. Beiderseitig ausgebildete Krystalle lagen nicht vor.

Mit einer einzigen Ausnahme gehören alle beobachteten Flächen bereits bekannten Formen an; $k\{101\}$ und $\pi\{011\}$ sind vorherrschend, $j^*\{032\}$

1) Palache, Amer. Journ. Sc. 1896, **1**, 389. Ref. diese Zeitschr. **30**, 393.

Dauber, Berichte Akad. Wien 1860, **42**, 49.

wurden nur an einem einzigen Krystalle beobachtet. Fig. 4 zeigt einen typischen Krystall dieser Ausbildung von ungewöhnlich symmetrischer Entwicklung, dessen Ausdehnung in der Prismenaxe 64 mm beträgt. Er zeigt

Fig. 1.

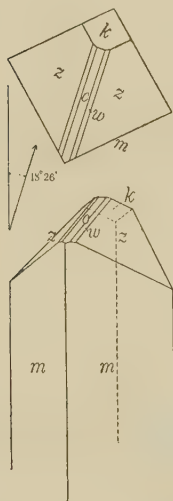


Fig. 2.

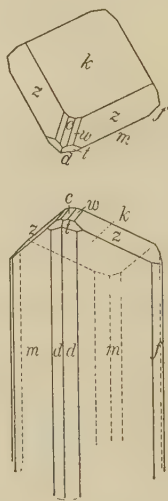
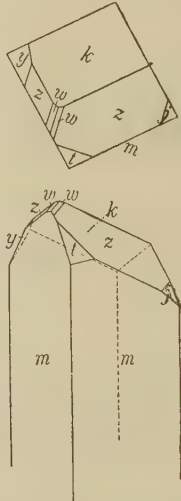


Fig. 3.



$m\{110\}$, $z\{001\}$, $w\{012\}$, $c\{001\}$, $k\{101\}$. Flächenärmere Krystalle dieses Typus zeigen nur z und k . Der Krystall Fig. 2 zeigt überdies noch $d\{210\}$,

Fig. 4.

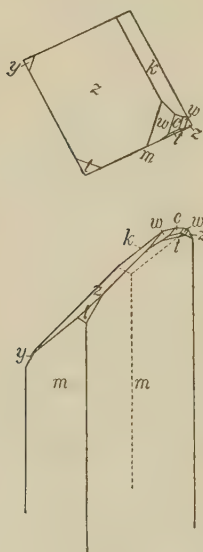
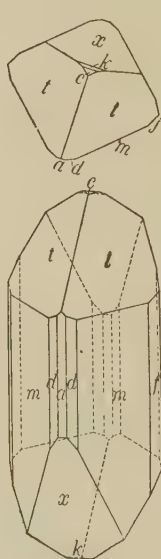


Fig. 5.



Fig. 6.



$f\{120\}$ und $t\{111\}$. Fig. 3 und 4 sind Abbildungen verzierter Krystalle, ersterer besitzt das neue Klinodoma $j\{032\}$ mit einer einzigen, gut spiegel-

den Fläche; aus den Messungen zu z ergibt sich $c:j(001):(032) = 53^{\circ}10'$, berechnet $53^{\circ}18'$. An der gegenüberliegenden Ecke des Krystalles erscheint das Doma $y\{021\}$. Das neue Doma (032) steht ziemlich nahe dem von Dauber beobachteten $\{085\}$, dessen Winkel zu c aber $55^{\circ}3'$ beträgt, also beinahe 2° grösser ist. Aus diesem Grunde und weil am Krokoit noch andere Formen mit dem Indicesverhältnisse $3:2$ bekannt sind, muss das Symbol $\{032\}$ angenommen werden.

Die zweite Ausbildungsweise der Krystalle entspricht der gewöhnlichen an diesem Minerale beobachteten, kurzprismatisch mit den einfachen Hemipyramiden $t\{111\}$ und $v\{\bar{1}11\}$ als Endflächen in wechselnder Entwicklung. Die Krystalle sind meist nur klein und nicht selten doppelendig. Fig. 5 zeigt den gewöhnlichen Typus und Fig. 6 eine etwas flächenreichere Ausbildung mit den Prismen $m\{110\}$, $d\{210\}$, $f\{120\}$, dazu $a\{100\}$, $t\{111\}$, $c\{001\}$, $k\{\bar{1}01\}$ und $x\{\bar{3}01\}$.

Diesen Typus zeigen die Krystalle zweier Stücke der Brush-Collection, welche aus einem Aggregat lose verwachsener Krystalle bestehen. Die Krystalle beider Typen scheinen ganz gleichartig vorzukommen, doch wurden beide zusammen an einem Handstücke nicht wahrgenommen.

Die beobachteten Formen sind im Folgenden zusammengestellt: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $d\{210\}$, $f\{120\}$, $c\{001\}$, $k\{\bar{1}01\}$, $x\{\bar{3}01\}$, $t\{111\}$, $v\{\bar{1}11\}$, $z\{011\}$, $w\{012\}$, $y\{021\}$, $*j\{032\}$.

In der Prismenzone wurden wegen der Streifung nur die Hauptflächen festgestellt.

XXXII. Beziehung zwischen Cohäsion, Capillarität und Wachsthum der Krystalle.

Von

C. Viola in Rom.

(Hierzu Taf. XVI, XVII und 43 Textfiguren.)

Geschwindigkeit des Krystallwachsthums.

Bei jeder Veränderung der Krystallgestalt, sei es Zu- oder Abnahme, finden im Allgemeinen in jedem Elemente der Krystalloberfläche s zwei Umbildungen statt, nämlich eine Vermehrung oder Verminderung der Oberfläche und eine Verschiebung der einzelnen Elemente derselben in der Richtung ihrer Normalen. Nur diese Verschiebung entspricht einer Vermehrung oder Verminderung des Volumens. Es liegt auf der Hand, dass die Normalkraft auf der Oberfläche allein die Kraft ist, welche bei einer Vermehrung oder Verminderung des Volumens in Betracht kommt; die tangentielle Kraft kann, wo sie vorkommt, keine andere Wirkung haben als die, eine Partikel auf der Oberfläche des Krystalles in Ruhe zu halten oder in Bewegung zu setzen.

Untersuchen wir nun, welches die zur Oberfläche normalen Kräfte sind, und welches die Resultante ist, die im Sinne der Bewegung normal zur Oberfläche wirkt. Kennen wir diese Resultante, so kommen wir schnell zum Ausdrucke der Geschwindigkeit des Wachsthums für jedes Element der Oberfläche.

In erster Linie haben wir die Kraft der Cohäsion. Wir können nicht sagen, dass die auf jedes Oberflächenelement wirkende Cohäsion zum betreffenden Elemente senkrecht stehe, aber nur die Normalcomponente kann hier in Betracht kommen. In der That, wenn wir von der Oberfläche eines Körpers eine Partikel in der normalen Richtung ablösen wollen, wird dabei nur die normale Kraft zu überwinden sein. Wollten wir umgekehrt die Partikel längs der Oberfläche, an der sie sich anschmiegt, verlegen, so

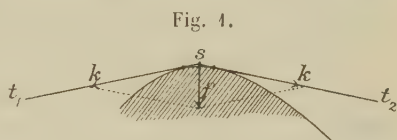
würde nicht die normale Cohäsion, sondern die tangentiale ausschliesslich in Betracht fallen. Nennen wir die zu einem Oberflächenelemente normale Cohäsion c .

In zweiter Linie kommt die osmotische Kraft in Rechnung. Auch sie wirkt in normaler Weise, und zwar auf die Ablösung eines Elementes von der Oberfläche des Krystalles. Vielleicht können wir im Allgemeinen sagen, dass die osmotische Kraft schief auf das Element der Oberfläche wirkt; aber nur ihre normale Componente kann an der Ablösung eines Oberflächenelementes theilhaftig sein. Bezeichnen wir diese normale Componente der osmotischen Kraft mit p .

Bis dahin also haben wir die Kraft c behandelt, welche die Partikeln des Krystalles festhält und demnach in einem dem Wachsthum günstigen Sinne wirkt, und die osmotische Kraft, welche wirkt im Sinne der Abtrennung der krystallinischen Partikeln, also einer Auflösung oder Verkleinerung des Krystalles. Allein ausser der Kraft $c - p$ tritt hier noch eine dritte Kraft von geringerer Bedeutung auf, welche abhängt von der Oberflächenspannung und der Krümmung der Oberfläche.

Bezeichnen wir das Element der Oberfläche, welches beim Wachsthum eine Ortsveränderung im Sinne der Normalen erfahren muss, mit s . Ziehen wir von den Endpunkten dieses Elementes die beiden Tangenten t_1 und t_2 ,

Fig. 4. Es ist klar, dass die Oberflächenspannung von der Grösse k in der Richtung der beiden Tangenten t_1 und t_2 im Elemente s wirkt, und



zwar gerade im Sinne der Verminderung dieses Elementes. Die Resultante der beiden Spannungen von der Grösse k fällt naturgemäss in die Normale des Elementes s , und ihre Grösse hängt ab nicht nur von k , sondern auch von dem Winkel, welchen t_1 und t_2 bildet, oder von der Oberflächenkrümmung in s .

Demnach wirkt die Resultante der Oberflächenspannung in einem dem Wachsthum entgegengesetzten Sinne, vermindert also die Kraft $c - p$. Wir wollen sie f nennen. Die Kraft, von welcher allein das Wachsthum des Krystalles in irgend einem Oberflächenelemente im Sinne der Normalen zu erwarten ist, hat also den Werth:

$$c - p - f,$$

pro Flächeneinheit. Die Wachsthumerscheinung eines Krystalles, welcher sich in seiner Mutterlauge befindet, ist gewissermassen vergleichbar der eines elastischen Ballons, welcher aufgeblasen wird: an die Stelle des hier wirkenden inneren Gasdruckes tritt dort die normale Cohäsion c ; der äussere Luftdruck, welcher hier dem Aufblasen entgegenwirkt, wird dort ersetzt

durch die normale Kraft p ; und endlich ist die Spannung des Ballons, der z. B. aus Gummi elasticum besteht, identisch mit der Oberflächenspannung zwischen Flüssigkeit und Krystall und verursacht zugleich die normale Kraft f .

Das Wachstum des Krystalles wird nach gewisser Zeit eine gewisse Geschwindigkeit erreichen, welche lediglich proportional sein wird mit der im Sinne der Geschwindigkeit wirkenden Kraft

$$c - p - f.$$

Wenn also v die Geschwindigkeit des Wachstums in der Richtung der Normalen eines Elementes der Oberfläche ist, und A eine für alle Oberflächenelemente Constante, sind wir berechtigt, die Beziehung aufzustellen:

$$(I) \quad v = (c - p - f)A.$$

Die capillare Kraft f kann nicht von grosser Bedeutung sein, wenn c und p beträchtlich sind, wie dies bei der Mehrzahl der Krystalle der Fall ist; vollends ist $f = 0$, wenn die Krümmung der Oberfläche $= 0$ ist. Es kann daher, wenn das Wachstum zu ebenen oder fast ebenen Flächen normal ist, die Kraft f gegenüber $c - p$ vernachlässigt werden.

Aus der Gleichung (I) haben wir alle Consequenzen zu ziehen, welche Bezug haben auf die Form der Krystalle, und aus der Form, die die Beobachtung ergibt, die Eigenthümlichkeiten von c und p zu entnehmen.

Vor allem können wir die Gleichung (I) anwenden auf die amorphen Körper, welche aus einer Lösung oder einem Schmelzflusse entstehen können.

Beim amorphen Körper ist festzuhalten, dass die Vektoren unter einander physikalisch nicht verschieden sind, dass also auch c und p in allen Richtungen gleich sind. Demnach kann die Geschwindigkeit des Wachstums in einem amorphen Körper nur je nach der Capillarität f verschieden sein: wo f grösser, oder wo die Oberflächenkrümmung bedeutender ist, da muss die Geschwindigkeit des Wachstums kleiner sein, und umgekehrt. Der amorphe Körper, von welcher Gestalt er auch sein mag, der sich im Wachstume befindet, wird somit die Tendenz haben, sphärische Form anzunehmen, wohlverstanden, wenn nicht andere störende Kräfte einwirken.

Wir werden hier im Weiteren von der Annahme ausgehen, dass während des Wachstums des Krystalles keine andere Kraft, die nicht schon in c , p und f inbegriffen ist, wirksam sei. Später können wir diese begrenzte Annahme wegfallen lassen.

Wir haben bis dahin das Resultat, dass der amorphe Körper die Tendenz hat, bei seinem Wachstume die Kugelform anzunehmen, d. h. die Form, welche einem Minimum der Oberflächenenergie entspricht: hier sehen wir nun den Grund hiervon; wo irgend eine Deformation eintritt, bei welcher anzunehmen ist, dass sie nicht eintreten könne, ohne dem

Grundsätze der kleinsten Oberflächenenergie zur Erlangung stabilen Gleichgewichtes zu gehorchen, müssen wir stets auf die Kraft schauen, welche die Deformation hervorruft. In unserem Falle ist es die Kraft f , weil die anderen Kräfte in allen Richtungen gleich sind¹⁾.

Wenn es sich um einen homogenen krystallisirten Körper handelt, sind die Vektoren in physikalischer Beziehung nicht gleich; wir können den Fall setzen, dass auch die normale Cohäsion c und die osmotische Kraft p in den verschiedenen Richtungen und Vektoren verschieden sind. Dies ist in der That der Fall bei allen bekannten krystallisirten Substanzen, ausgenommen die flüssigen Krystalle.

Wir sind weit entfernt davon zu glauben, dass mit den Kräften c , p und f Alles erklärt sei. In der Gleichung (I) haben wir beabsichtigt, die Geschwindigkeit vermittelt einer Kraft auszudrücken. Und diese Kraft muss in zwei Theile getheilt werden: in einen, der nicht von der Mutterlauge herrührt, in welcher sich der Krystall während seines Wachstums befindet, sondern von der Oberfläche des Krystalles selbst. Nun mag man von dieser Kraft denken wie man will, eines ist sicher, dass sie dasjenige ist, was man unter Normalcohäsion versteht. Auch wenn man den Krystall mechanisch zertheilt, würde die Erscheinung bestehen, wie wenn diese Normalkraft in der That vorhanden wäre. Der zweite Theil der oben genannten resultirenden Kraft rührt lediglich von der Mutterlauge her, und diesen haben wir mit p resp. mit $p + f$ bezeichnet. Wenn ein Krystall sich in einem Raume befindet, wo nach allen Richtungen Kieselsand geschleudert wird, so ist er einer Abnutzung unterworfen, dem Stosse proportional, den jedes einzelne Sandkorn auf seine Oberfläche ausübt. In diesem Falle würde p den Stoss darstellen, den der Kieselsand gegen die Oberfläche des Krystalles ausübt, oder, mit anderen Worten, würde zur Geschwindigkeit der Sandkörner proportional sein. Das Gleiche muss man sich von einer Lösung denken, wo ebenfalls nach allen Richtungen Partikelchen geschleudert werden.

Die Gestalt der Krystalle als Folge ihres Wachstums.

Wir gehen davon aus, dass die Geschwindigkeit des Wachstums v des Krystalles senkrecht zu einem Oberflächenelemente s dargestellt werde durch die Gleichung

$$v = (c - p - f) A.$$

Diese Geschwindigkeit ist verschieden für die verschiedenen Elemente, da c und p von einem Oberflächenelemente zum anderen verschieden sind.

1) Man sehe: P. Curie, Sur la formation des cristaux et sur les constantes capillaires de leurs diverses faces. Bull. de la Société Minér. de Fr. 1885, 8, 145. Ref. diese Zeitschr. 12, 654.

Daraus folgt, dass das Wachsthum des Krystalles nicht im Sinne einer sphärischen Oberfläche stattfinden kann, und dass also auch das Wachsthum nicht in der Weise geschehen kann, dass der Krystall sich der Kugelform nähern würde.

Die Lösung dieser Aufgabe wäre unmöglich, wenn wir sie nicht von vornherein in zwei Theile theilen würden, d. h. erstens den Einfluss zu prüfen, den die NormalcohäSION c unabhängig von p auf das Wachsthum ausübt, und zweitens die Wirkung zu untersuchen, welche die osmotische Kraft haben muss, wenn der Einfluss von c bekannt ist. Vorerst wollen wir eine Hypothese machen, die wir dann, wenn die Hauptgesetze des Wachsthums bekannt sind, wieder aufheben können. Diese Hypothese ist, dass die osmotische Kraft p oder $p + f$ proportional zu c sei. Diese Bedingung wird sich schwerlich in der Natur erfüllen, aber auf künstlichem Wege ist sie erreichbar. Denken wir uns, dass c in jedem einzelnen Flächenelemente des Krystalles bekannt sei, und wenden wir in der gleichen Richtung eine entgegengesetzte Kraft proportional zu c an. Unter diesen Bedingungen wollen wir unseren Krystall wachsen lassen.

Auf Grund der aus dieser Beschränkung des Problems gewonnenen Gesetze wird uns die Erfahrung zeigen, welcher Einfluss der osmotischen Kraft p zuzuschreiben ist, wo sie als beliebig erscheint.

So können wir also die Beziehung aufstellen:

$$(II) \quad v = Bc,$$

also v proportional zu c . Alles, was wir von der Cohäsion sagen können, wird in diesem Falle annehmbar sein, auch für die Geschwindigkeit des Wachsthums, und umgekehrt. Zu dieser Beziehung können wir immer gelangen, abgesehen von irgend welcher Betrachtung. Wir stellen einfach die Bedingung so: der Krystall wächst proportional seiner Cohäsion nach jeder Richtung.

Wenn die normale Cohäsion c zwischen den verschiedenen Oberflächenelementen variirt, und zwar stetig, d. h. ohne Sprünge, muss sie nothwendig minimale Werthe haben, abwechselnd mit maximalen Werthen; das ist das erste Resultat für den Fall, dass die Cohäsionskraft für jede Richtung im Allgemeinen wieder einen anderen Werth hat.

Die Minimalwerthe der Cohäsion hängen mit der Spaltbarkeit zusammen. Eine vollkommene Spaltbarkeit entspricht einem scharfen, gewissermassen spitzen, Minimum der Cohäsion; undeutliche Spaltbarkeit entspricht einem stumpfen Minimum. Auch verhältnissmässig grosse Werthe der Cohäsionsminima werden nicht deutliche Spaltbarkeit hervorrufen. Daher können wir im Allgemeinen Cohäsionsminima haben, ohne dass die Spaltbarkeit sich kundgibt. Hier wird das Minimum der Cohäsion im Allgemeinen gefasst, bei dem die Cohäsion sich nicht ändert, wenn die Richtung in der Nähe

des Minimums um recht wenig geändert wird. Mag das Minimum noch so spitzig, d. h. mag die Spaltbarkeit noch so vollkommen sein, so wird dennoch eine recht kleine Aenderung der Richtung in der Nähe des Minimums immer denkbar sein, ohne dass die Cohäsion irgend eine Aenderung erfährt.

Betrachten wir das Wachstum des Krystalles von irgend einer Form aus, die er künstlich oder natürlich erreicht hat. Bezeichnen wir mit s_1 und s_2 die beiden Elemente, in denen nach den Normalen n_1 und n_2 die Minima der Cohäsion c_1 und c_2 (Fig. 2) wirken. Das Wachstum des Krystalles muss also minimal sein in den Richtungen der Normalen n_1 und n_2 , demgemäss anderwärts verschiedene Werthe haben, und zwar keinen minimalen, noch auch solche, welche denen der Richtungen n_1 und n_2 gleich sind. Wenn also nach gewisser Zeit die Oberflächenelemente s_1 und s_2 bis zu s_1' und s_2' gelangt sind, werden die übrigen Elemente weiter gelangt sein und das Resultat wird sein, dass, welches auch im Anfange die Gestalt des Krystalles sein mag, sie nach gewisser Zeit sich derjenigen genähert haben wird, welche durch die Tangenten in s_1 und s_2 bestimmt sind. Nach einem weiteren Zeitablaufe wird diese Annäherung an die Flächen, in denen die Cohäsion minimal ist, noch deutlicher hervortreten.

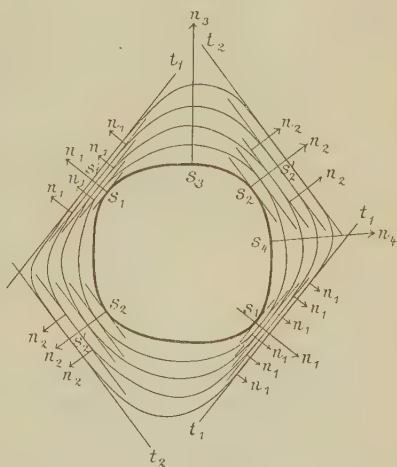
Wenn man ferner in Betracht zieht, dass zwischen den Elementen s_1 und s_2 ein Flächenelement s_3 resp. s_4 vorhanden sein muss, in welchem die normale Cohäsion maximal ist, so wird man finden, dass nach und nach dieses Oberflächenelement verschwinden muss, so dass der Krystall sich ausschliesslich nach einer Gestalt bildet, welche entweder ausschliesslich aus Flächen mit minimaler normaler Cohäsion besteht oder aus Flächen, die sich eng an Flächen von minimaler normaler Cohäsion anschliessen.

Wir kommen demnach nothwendig zu folgenden Schlüssen:

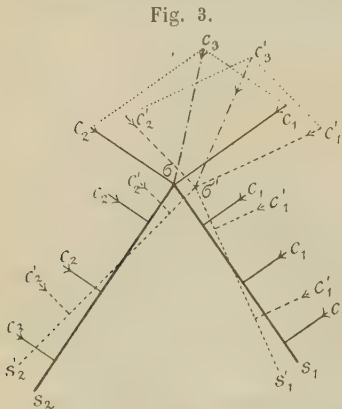
1. Der Krystall bildet sich während seines Wachstums in der Weise, dass die Flächen von minimaler Cohäsion vorherrschen und die von der maximalen Cohäsion verschwinden; m. a. W.: Senkrecht zu den Richtungen minimaler Cohäsion bilden sich die Krystallflächen aus¹⁾.

1) Die Beobachtungen von G. Wulff (diese Zeitschr. **34**, 449 ff.) stimmen vollkommen mit diesen Ableitungen überein. Man sehe auch L. Sohncke, diese Zeitschrift **13**, 244 ff.

Fig. 2.



Dieser Schluss ist erlaubt, so lange die Cohäsion in den parallelen Richtungen immer gleich bleibt, oder so lange es sich um homogene Substanz handelt. Das Wachstum des Krystalles kann nicht stattfinden nach ebenen oder fast ebenen Flächen senkrecht zu den minimalen Werthen der Cohäsion unter der einzigen Bedingung, dass die Cohäsion mit der Richtung variirt, sondern auch unter der Voraussetzung, dass es sich um Homogenität handle.



Wenn s_1 und s_2 (Fig. 3) zwei auf den minimalen Werthen der Cohäsion c_1 und c_2 senkrecht stehende Ebenen sind, werden nach Satz 4 die im Krystalle entwickelten Flächen diejenigen sein, welche sich am meisten den Ebenen s_1 und s_2 nähern. In Fig. 3 sind diese zwei Ebenen durch die Geraden s_1 und s_2 dargestellt, und Punkt σ stellt ihre gemeinsame Kante σ dar.

Nahe der Kante σ werden gleichzeitig die beiden normalen Cohäsionen c_1 und c_2 wirksam sein, deren Resultante c_3 ist.

Wir können sagen, dass die Cohäsionskraft in der Kante σ , welche wir als dem Wachstume des Krystalles günstig annehmen, genau die Grösse und die Richtung c_3 hat. In der That geschieht in der Richtung von c_2 das Wachstum mit einer Geschwindigkeit, welche proportional ist mit c_2 , und in der Richtung von c_1 proportional mit c_1 . Daraus folgt, dass in der Richtung von c_3 die Geschwindigkeit proportional ist mit derjenigen, welche aus c_1 und c_2 resultirt, also proportional mit c_3 ; c_3 ist daher die normale Cohäsion, welche in dieser Richtung die Geschwindigkeit des Wachstums $Be_3 = v_3$ hervorruft.

Man bemerke, dass die Kante σ die reelle Schnittlinie der beiden Flächen s_1 und s_2 ist. Wenn an Stelle dieser beiden Ebenen zwei ihnen sehr benachbarte Flächen des Krystalles s_1' und s_2' träten, würde auch ihre gemeinsame Kante σ' nicht weit von σ entfernt sein. Ferner wirken in zwei s_1 und s_2 benachbarten Flächen normale Cohäsionen c_1' und c_2' , welche nicht einen von c_1 und c_2 verschiedenen Werth haben können, obgleich sie verschiedene Richtung haben, und zwar in Folge der Eigenschaft, dass c_1 und c_2 Minimalwerthe der Cohäsion sind. Somit hat c_3 als Resultante in der Kante σ oder in einer dieser sehr benachbarten Kante von zwei Minimalcohäsionen c_1 und c_2 die Eigenthümlichkeit, dass in ihrer Nähe die Cohäsion nicht mit der Richtung sich verändert; das gerade ist die Eigenschaft, durch die ein Maximum oder ein Minimum sich auszeichnet.

Daraus folgt der Satz:

2. Wenn zwei Richtungen gegeben sind, in welchen die nor-

können, da durchaus nothwendig schliesslich ein Punkt maximaler Cohäsion eintreten muss. Wir schliessen daher der These 2. noch folgende an:

2a. Die Ableitung von Maximis und Minimis der Cohäsion hat eine Grenze. Sie hört auf mit Maximis.

Nun haben wir zu untersuchen, was geometrisch die Richtungen c_1 , c_2 , c_3 , c_4' , c_4'' , c_5' , c_5'' , darstellen.

Nennen wir (100) die Richtung c_1 und (010) die Richtung c_2 ; die Richtung c_3 wollen wir mit (110) bezeichnen. Es ist klar, dass nach diesen Prämissen die Richtung c_4' mit (210) und c_4'' mit (120) zu bezeichnen ist; c_5' ebenso mit (230) und c_5'' mit (130). Alle Richtungen, welche so abgeleitet werden und die Oerter der Maxima oder Minima der Cohäsion angeben, haben rationale Indices.

Das bis jetzt erhaltene Resultat kann in folgende These zusammengefasst werden:

3. Die Maxima und Minima der normalen Cohäsion eines Krystalles fallen in Richtungen mit rationalen Indices.

Indessen sind nicht alle rationalen Richtungen Oerter von Maximis oder Minimis der Cohäsion, da wir gesehen haben, dass die Ableitung an Oertern der Maxima aufhört. Und andererseits ist klar, dass die Ableitung eine Grenze haben muss, da gerade durch die Begrenzung, wo sie auch eintreten mag, der Charakter der Ungleichheit der Cohäsion nach den verschiedenen Richtungen bestimmt wird. Aber die Grenze kann gewöhnlich nicht sehr weit sein, da wir in der obigen Ausführung gesehen haben, dass nach der zweiten oder dritten Ableitung die Grösse der resultirenden Cohäsion beträchtlich ist, und zwar um so mehr, je spitzer der Winkel ist, den die Componenten der Cohäsion zusammen bilden.

These 3. ist das wahre Grundgesetz der Krystalle; es lässt sich daraus der Folgesatz ableiten, welcher die Gestalt der Krystalle darstellt.

Drücken wir, wie gewohnt, mit den Normalen der Krystallflächen die Lage der Krystallflächen aus, so können wir uns folgendermassen aussprechen:

4. Die Krystallflächen schliessen sich eng an die Minimalörter der Cohäsion, und diese sind rational.

Die Krystallflächen können somit gekrümmt und vielgestaltig sein um einen Ort herum, als Folge von Wirkungen, die hier nicht berücksichtigt worden sind; aber schliesslich wird es immer möglich sein, aus der Gestalt der Krystalle die rationalen Oerter zu finden, welche den Minimis der normalen Cohäsion entsprechen.

Es ist demnach das Grundgesetz der Rationalität auf die Flächen der Krystalle nicht anwendbar wie auf die Hauptrichtungen der Cohäsion. Zwischen den Hauptrichtungen der Cohäsion und der Erscheinung der Krystallflächen besteht die nämliche Analogie, wie zwischen einer Kraft,

z. B. der Schwerkraft, und der Bewegung eines Körpers, z. B. eines geworfenen Körpers unter dem Einfluss der Schwerkraft. Während die Schwere constant und vertical bleibt, ist die Bewegung des geworfenen Körpers mannigfaltig. Eine Reihe zahlreicher Beobachtungen von Bewegungsbahnen lässt das Gesetz der Kraft unmöglich erkennen.

These 3. bedarf noch einer Erläuterung. Sie sagt, dass die Maxima und Minima der Cohäsion in Richtungen fallen, welche rationale Indices haben. Es ist nun zu zeigen, dass es keine Maxima und Minima geben kann, welche nicht rationale Richtungen haben.

Nehmen wir an, dass ausser den beiden Richtungen (100) und (010) der Cohäsionsminima es in der nämlichen Zone eine dritte gebe, welche nicht rational ist und einem Maximum oder Minimum der Cohäsion entspricht. Wir werden sehen, dass dieser Fall unmöglich ist. Machen wir die Ableitung in der oben angegebenen Weise, ausgehend von den beiden Orten (100) und (010), so erhalten wir alle rationalen Richtungen, in denen abwechselnd Maxima und Minima möglich sind. Da in dem angegebenen Falle die Richtung eines Maximums oder Minimums mit keiner derselben zusammenfällt, muss sie zwischen ein Maximum und Minimum fallen; das aber ist unmöglich, und die Annahme damit beseitigt. These 3. findet einen genauen Ausdruck im Folgenden:

3a. Die Maxima und Minima der normalen Cohäsion in einem Krystalle finden sich ausschliesslich in den rationalen Richtungen. Andere Maxima und Minima sind ausgeschlossen.

Daraus folgt, dass für die Kenntniss der Maxima- und Minimaörter eines Krystalles drei Minima im Raume genügen.

Man erkennt die Minimalwerthe der Cohäsion aus der Häufigkeit und dem Vorwiegen von Flächen, welche im Krystalle in der Nähe der genannten Oerter erscheinen. Je mehr ein Ort von Flächen beherrscht ist, um so eher und sicherer ist er zu bestimmen. Je mehr ein Ort von Flächen beherrscht ist, um so kleiner ist das entsprechende Minimum der Cohäsion.

Ausgehend von zwei Minimis c_1 und c_2 haben wir die anderen Cohäsionsminima oder -maxima abgeleitet, nämlich c_3 , c_4' , c_4'' , c_5' , c_5'' , ... (Fig. 4). Nun ist klar, dass die hier in Anwendung gebrachte geometrische Construction ihren Ausgangspunkt nicht nur in c_1 und c_2 haben kann, sondern in irgend welchen zwei Minimalwerthen. Z. B. die beiden Componenten c_4' und c_4'' geben als Resultante c_3 der Richtung nach, aber als Werth dreimal so viel als mit den Componenten c_1 und c_2 erhalten wurde (Fig. 5).

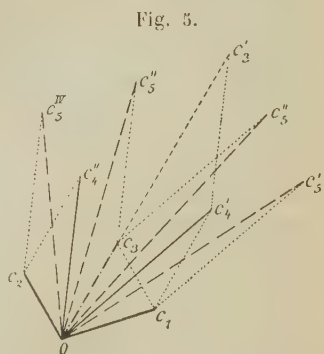


Fig. 5.

Und so würde man von zwei anderen Minimis der Cohäsion eine Resultante erhalten, welche zwar die gleiche Richtung hätte wie c_3 , aber wieder eine andere Grösse. Diese Mehrdeutigkeit ist unstatthaft und muss entfernt werden.

Zu diesem Zwecke kehren wir zu unserem Ausgangspunkte zurück. Um Minima oder Maxima der Cohäsion abzuleiten, haben wir die Zusammensetzung von je zwei Cohäsionsminimis bewirkt. Dieser Vorgang war insofern berechtigt, als in der Nähe einer reellen Kante zwei Minimalwerthe der Cohäsion zu wirken kommen, aus welchen abgeleitet wird. Zwei Cohäsionsminima setzen daher eine Resultante zusammen, wenn eine reelle Kante auftritt, in deren Nähe die genannten Cohäsionsminima herrschen; die Bedingung dafür ist also die, dass die entsprechenden Oerter von Flächen besetzt werden. Vorerst ist anzunehmen, dass nur jene Oerter von Flächen besetzt werden, welche den kleinsten Minimis entsprechen; darauf muss die Ortsbesetzung in derselben Ordnung folgen, wie die Grösse der Minima der Cohäsion weiter fortschreitet. Daraus folgt, dass die geometrische Ableitung zur successiven Erlangung der Richtungen und der Werthe von Minimis und Maximis der Cohäsion ausgehen muss von den beiden Minimis der Cohäsion, welche die kleinsten aller möglichen Minima in einer Zone sind. Wir können dies so ausdrücken:

4. Die Minima und die Maxima der Cohäsion in einem Krystalle sind vollständig bestimmt, sobald die drei kleinsten, nicht complanaren, Cohäsionsminima bekannt sind.

Jede Zone ist geeignet zur Ableitung der Richtungen und Grössen von Maximis und Minimis der normalen Cohäsion, sobald nur in derselben die beiden kleinsten Minima bekannt sind, welche in der Zone vorkommen. Bezeichnen wir die Oerter der beiden kleinsten Minima mit (100) und (010). Aus denselben ergibt sich zuerst (110); so die erste Ableitung. In zweiter Ableitung erhalten wir zwischen (100) und (110) die Richtung (210) und zwischen (110) und (010) die Richtung (120). Wenn (210) ein Minimum ist, wird höchstwahrscheinlich auch (120) es sein, vorausgesetzt, dass die Winkel nicht sehr spitz sind. Die Oerter der Reihe

$$(100), (210), (110), (120), (010)$$

werden daher ziemlich gleichmässig von Krystallflächen besetzt sein.

Die Richtungen der dritten Ableitung sind inbegriffen in folgender Reihe:

$$\begin{array}{ccccccccc} (100) & (210) & (110) & (120) & (010) & & & & \\ & | & & | & & | & & | & \\ & (310) & (320) & (230) & (130) & & & & \end{array}$$

Ob die Richtungen der dritten Ableitung alle Minima sind oder zum Theil Minima, zum Theil Maxima, das hängt von den spitzen Winkeln ab, welche unter einander die Richtungen der zweiten Ableitung mit denen der

ersten bilden. Bei den Oertern der vierten Ableitung wird die Wahrscheinlichkeit noch geringer sein, dass sie Cohäsionsminimis entsprechen, und folglich von Krystallflächen besetzt werden. Hier folgt die Reihe der vierten Ableitung:

$$\begin{array}{cccccccc}
 (400) & & (210) & & (110) & & (120) & & (010) \\
 | & & | & & | & & | & & | \\
 (310) & & (320) & & (230) & & (430) & & \\
 | & & | & & | & & | & & | \\
 (410) & (520) & (530) & (430) & (340) & (350) & (250) & (140).
 \end{array}$$

Auf gleiche Art entstehen die fünfte Ableitung, die sechste u. s. w.

Die fünfte Ableitung hat noch weniger Wahrscheinlichkeit als die vierte dafür, dass alle ihre Oerter Cohäsionsminima und von Flächen besetzt sind. Man sieht, nebenbei gesagt, dass das gesuchte Symbol eines Ortes, welcher einer Ableitung angehört, gefunden wird durch die Summirung der entsprechenden Indices der beiden Oerter der vorhergehenden Ableitungen, zwischen denen der in Frage stehende Ort zu liegen kommt. Wollten wir z. B. das Symbol des zwischen den Oertern (7.10.0) und (230) liegenden Ortes der nächstfolgenden Ableitung kennen, so brauchen wir eben nur die Summe der entsprechenden Indices zu bilden, also: $(7 + 2, 10 + 3, 0 + 0) = (9.13.0)$.

Ich mache darauf aufmerksam, dass die drei Oerter der ersten Ableitung, nämlich (100), (110) und (010), die erste Complication Goldschmidt's¹⁾ bilden; die Oerter der ersten Ableitung bilden mit denen der zweiten die zweite Complication. Die Richtungen der zweiten Complication bilden mit denen der dritten Ableitung die dritte Complication Goldschmidt's u. s. w.

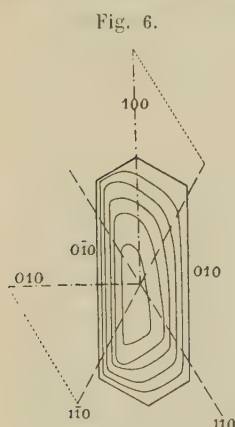
Eine sehr wichtige Frage ist die, ob die Oerter der Cohäsionsminima schon bei der ersten Ableitung stehen bleiben, oder ob dieselben sich in der zweiten, dritten etc. Ableitung fortsetzen. Diese Frage kann wohl nur durch directe Versuche gelöst werden. Die Beobachtung über die Entwicklung der Krystallflächen bietet aber dennoch ein reiches Material, um über diese Frage Aufschluss zu geben. Denn die Bedingungen, welche wir hier aufgestellt hatten, um die Ableitungen der Cohäsionsminima zu ermöglichen, können in der Natur nie erfüllt werden; umgekehrt sind die Verhältnisse, unter welchen das Wachstum der Krystalle vor sich gehen muss, so mannigfaltig, dass die Ausbildung der Krystallflächen und das Vorkommen derselben auch mannigfaltig sein müssen. Unter allen möglichen Veränderungen und Störungen müssen die constanten Richtungen hervortreten, und zwar um so mehr, je mehr Beobachtungsfälle vorliegen; und nur diese constanten Richtungen können sicher Minimaörter der Cohäsion sein. Es zeigt sich nun, dass alle Oerter der ersten Complication, nämlich (100), (010), (001), {110}, {101}, {011} und {111}, unabhängig von der Symmetrie,

1) Diese Zeitschr. 28, 4.

gleich wahrscheinlich von Flächen besetzt sind, und dass also alle Minima-örter sein müssen. Die Oerter der zweiten Ableitung sind etwas weniger von Flächen besetzt. Spärlicher und unregelmässiger erscheinen die Oerter der dritten Ableitung; folglich wird ihre Lage oft durch zu wenig Beobachtungen angegeben, und man kann daher bezweifeln, ob die Cohäsionsminima die Oerter der dritten Ableitung erreichen oder gar überschreiten. Später kommen wir darauf zurück bei der Behandlung des Einflusses der osmotischen Kraft und der Capillarität. Vorläufig möchte ich das hier gewonnene Resultat durch Beispiele erläutern.

Zonirte Feldspäthe aus Siliqua (Sardinien).

Die Porphyrdiorite von Siliqua enthalten eine reiche Anzahl von Plagioklaseinsprenglingen, welche die schönste Zonalstruktur zeigen. Obwohl die einzelnen Schalen aus chemisch verschiedener Plagioklassubstanz bestehen und daher ein solcher Plagioklas nicht homogen im strengsten Sinne



des Wortes ist, so kann man dennoch aus dem Wachstume des Krystalles richtige Schlüsse ziehen. Ein solcher Plagioklas ist in Fig. 6 dargestellt. Derselbe fängt zu wachsen an mit einem inneren Kerne, der sehr unregelmässige Form hat; man erkennt daran nur die Oerter $(0\bar{1}0)$ und (110) . Durch Wachstum legen sich die einzelnen Schalen an; senkrecht zu $(0\bar{1}0)$ ist das Wachstum am kleinsten; im entgegengesetzten Sinne nähert sich die krumme Fläche immer mehr dem Orte (010) , bis sie fast gerade geworden ist. Während des Wachstums entwickeln sich immer deutlicher die vier Oerter $\{110\}$. In allen Stadien des Wachstums sind die Oerter der Minima deutlich zu erkennen, obwohl die gebildeten

Flächen erst am Ende des Wachstums scharf an die genannten Oerter angeschlossen werden. Hierher gehört in erster Linie (010) ; dann kommen die Oerter $\{110\}$, während (100) gar nicht zum Vorschein kommt.

Ziehen wir die Richtungen der Cohäsionsminima, welche also in die wahrscheinlichsten Oerter der Flächen fallen (normal zu den Flächen), und tragen wir in diesen Richtungen Strecken ab, welche die Cohäsionsminima darstellen sollen.

Die Frage ist zuerst die, von welchen Minimis geht die Ableitung aus. Offenbar nicht von (010) und (100) ; denn letzteres Minimum ist kaum in der Entwicklung der Flächen vorhanden. Man könnte vielleicht denken, dass die kleinsten Minima (010) und $(1\bar{1}0)$ seien; dabei ist zu bemerken, dass $(1\bar{1}0)$ nicht sehr verschieden von (110) sein kann. Würde man z. B. von den Minimis (010) und $(1\bar{1}0)$ ausgehen, so würde man für den Ort

(440) eine solche Grösse erhalten, welche mit der von (4 $\bar{4}$ 0) gar nicht zu vergleichen ist. Daraus folgt, dass als Ausgangsminima in diesem Falle (440) und (4 $\bar{4}$ 0) gewählt werden müssen. Bildet man die Zusammensetzung der Kräfte von (410) und (4 $\bar{1}$ 0), so erhält man für (040) einen kleineren Werth der Cohäsion nach der Richtung (040) als nach (410) und (4 $\bar{1}$ 0), da der Winkel zwischen (410) und (4 $\bar{1}$ 0) kleiner als 60° ist. Nach der Richtung (400) erhält man dagegen einen viel grösseren Werth des Cohäsionsminimum; daraus würde sich die Seltenheit der Fläche (400) erklären.

Nebenbei sei bemerkt, dass der zonirte Feldspath eine dem Wachstume und den sich nach und nach bildenden krummen Flächen entsprechende complicirte Zonalstructur aufweist; dabei bleibt die Spaltung (040) gerade. Man kann daher sagen, dass auch die Hauptrichtungen der Cohäsion constant bleiben, wenigstens innerhalb recht enger Grenzen, trotzdem dass die Structur verschieden ist.

Dieser Zusammenhang zwischen Homogenität, constanten Richtungen der Cohäsionsminima und complicirtem veränderlichem Bau oder Structur des Krystalles ist auffallend und recht interessant.

Auch bemerkt mag noch werden, dass, wenn die kleinsten Minima in einer Zone einen Winkel einschliessen, welcher nicht sehr weit von 60° entfernt ist, eine ganz andere Form des Krystalles entstehen muss, als wenn der Winkel nicht sehr weit von 90° ist.

Pyrit.

Der Pyrit bietet in allen seinen Zonen ein schönes Beispiel der Entwicklung, dessen wir uns hier bedienen können. Ich nehme eine seiner fundamentalen Zonen und betrachte darin die Strecke (400)—(440). Die erste Ableitung wird vertreten durch die zwei rationalen Oerter (400) und (440), die zweite Ableitung bietet nur den rationalen Ort (240), die dritte die Oerter (340) und (320), die vierte die Oerter (440), (520), (530) und (430) u. s. w. die fünfte und sechste Ableitung. In der Tabelle auf S. 572 sind alle Ableitungen von eins bis sechs angegeben. Man bemerke dabei, dass viele Flächen die Oerter der ersten Ableitung umgeben, nämlich (400) und (440). Um den Ort der zweiten Ableitung finden sich auch Flächen, aber weniger; die Oerter der dritten Ableitung haben noch weniger u. s. w. Es ist kein Zweifel, dass die kleinsten Minima in dieser begrenzten Strecke der Zone [004] sich gerade in den Oertern (400) und (040) finden. Ausserdem bemerkt man, dass die Oerter der vierten Ableitung noch alle vollständig sind; alle müssen somit Cohäsionsminima darstellen. Die fünfte Ableitung ist unregelmässig; nicht alle ihre rationalen Oerter sind in den Flächen des Pyrits vorhanden.

Der Ort (540) muss daher ein Maximum sein. Ebenso (830) und

Ableitungen und rationale Oerter		Beobachtete Flächen beim Pyrit in der Zone (400):(440)	Cohäsions- bezeichnung
	I (400)	(100) (29.4.0) (940) (840) (740)	Min.
VI	(640)	(610)	
	V (040)		Max.
VI	(920)	(920)	
	IV (440)	(410)	Min.
VI	(44.3.0)		Max.
	V (720)	(720)	Min.
VI	(40.3.0)	(40.3.0)	
	III (340)	(310)	Min.
VI	(44.4.0)	(44.4.0)	
	V (830)		Max.
VI	(43.5.0)		
	IV (520)	(520)	Min.
VI	(42.5.0)		
	V (730)		Max.
VI	(940)	(940)	
	II (240)	(210) (44.5.0)	Min.
VI	(950)		Max.
	V (740)	(740)	Min.
VI	(42.7.0)	(42.7.0)	
	IV (530)	(530)	Min.
VI	(43.8.0)	(43.8.0)	
	V (850)		Max.
VI	(44.7.0)	(44.7.0)	
	III (320)	(320) (43.9.0)	Min.
VI	(40.7.0)	(40.7.0)	
	V (750)	(750)	Min.
VI	(40.8.0)		Max.
	IV (430)	(430) (49.44.0) (45.44.0)	Min.
VI	(970)		Max.
	V (540)	(540) (44.9.0)	Min.
VI	(650)	(650)	
	I (440)	(110) (44.40.0) (45.43.0) (980) (870) (760)	Min.

(850). Daraus ist zu schliessen, dass die Oerter (640) und (920) weder Minima noch Maxima sein können; demnach müssen die Flächen (640), (740), (840), (940) und gar (29.4.0) zum Ort (400) gehören und die mit (920) bezeichnete Fläche zum Ort (440).

Wahrscheinlich wird auch (40.3.0) zum Ort (320) und (44.4.0) zum Ort (340) gehören; somit sind (42.7.0) und (43.8.0) Variationen des Ortes (530), wie andererseits (44.7.0), (43.9.0) und (40.7.0) Flächen des Ortes (320). Man sieht auch, dass (49.44.0) und (45.44.0) in (430) arrangirt sein müssen. Die mit (44.9.0) bezeichnete Fläche findet sich sicherlich in dem Ort (540) der fünften Ableitung. Ob (650) ein Cohäsionsminimum ist, ist zweifelhaft, da auch (640) es nicht ist, während (540) ein Maximum darstellt. Uebrigens

Unregelmässigkeit; sie sind durch die Fig. 8 veranschaulicht. Die intensivsten Reflexe bleiben indessen immer um (210) und $(\bar{2}\bar{1}0)$.

a	$-43^{\circ}52'$	(430)
b	$-37^{\circ}2'$	$(3\bar{2}0)$
c	$-34^{\circ}26'$	
d	$-26^{\circ}44'$	$(2\bar{1}0)$
(100)		
e	$+26^{\circ}44'$	(210)
f	$+33^{\circ}0'$	
g	$+37^{\circ}34'$	(320)

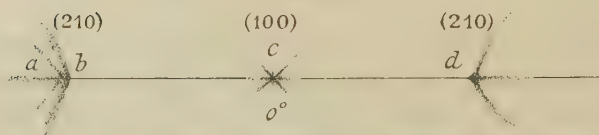
Die folgenden Reflexe oscilliren zwischen weiten Grenzen. Jedermann erkennt, dass mit der oft angewendeten Methode man eine Reihe von rationalen Oertern finden könnte, die beispielsweise so heissen mögen: (530) , $(11.7.0)$, (430) und vielleicht auch (540) , $(13.8.0)$, die bis jetzt alle beobachtet wurden. Aber sie haben keine Wahrscheinlichkeit, wenn auch solche Pyritkrystalle sich in dem nämlichen Stücke von carrarischem Marmor mit gleichem und identischem Habitus bis zu hundert zählen lassen.

Pyrit von Rosas (Sardinien). Schöne Pyritkrystalle von kubischer Gestalt im Chloritschiefer schwebend, habe ich in dem Bergwerke Rosas gesammelt.

Hier einige Messungszahlen derselben:

a	$-28^{\circ}21'$	
b	$-26^{\circ}58'$	$(2\bar{1}0)$
c	0	(100)
d	$+26^{\circ}57'$	(210)

Fig. 9.



Man sehe die beigegebene Fig. 9 der Reflexe. Die Reflexe $(2\bar{1}0)$, (100) , (210) wiederholen sich stets mit der nämlichen Intensität. Im Reflexe a erkennt man z. B. $(9\bar{5}0)$ oder $(7\bar{4}0)$; man könnte daher meinen $(9\bar{5}0)$ sei ein rationaler Ort; aber das ist willkürlich. Von a bis b geht ein continuirliches Band von Reflexen, und das lässt vermuthen, dass es nur eine Varietät des Ortes $(2\bar{1}0)$ sei; es zeigt sich also nicht benachbart zu (210) .

Strüver¹⁾ giebt eine ziemlich grosse Reihe von Flächen an den zahlreichen Pyritkrystallen, welche er untersuchte, an; aber eine aufmerksame

4) G. Strüver, Studi sulla mineralogia italiana. Pirite del Piemonte e dell' Elba. Memorie R. Accad. delle scienze di Torino 1869, Serie II, Tomo XXVI.

Prüfung überzeugt uns, dass viele derselben keine besonderen rationalen Oerter darstellen. Beschränken wir uns nur auf die beobachteten Flächen einer vierzähligen Zone. Um den Ort (340) giebt Strüver die folgenden Flächen an mit den Winkeln bezogen auf den Ort (400):

(720)	45° 57'
(40.3.0)	46 42
(340)	48 26
(44.4.0)	49 59

Die Fläche (720) wurde beobachtet von Quenstedt. Strüver findet (40.3.0) nur einmal und (44.4.0) zweimal in 5603 Gruppen oder einzelnen Krystallen. Nun giebt es aber zwischen (340) und (440) eine grosse Reihe von Flächen, unter welche gewiss auch (720) und (40.3.0) fallen, und auch noch andere, wenn man will. Auch die Fläche (440) wurde von Strüver nur in zwei Exemplaren gefunden.

Betrachten wir ferner folgende von Strüver aufgestellte Reihe:

(430)	36° 52'
(540)	38 40
(44.9.0)	39 47
(650)	39 48
(760)	40 36
(870)	44 44

(44.9.0) wurde von Quenstedt beobachtet.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass alle diese Flächen entweder dem Orte (430) zuzuschreiben sind, oder mit grösserer Concession den beiden Oertern (430) und (540).

(430) und (540) differiren nur um 1° 48', (540) und (44.9.0) um 0° 37', (44.9.0) und (650) um 0° 34'. Man beachte, dass zwischen den Flächen (210) und (240) Strüver eine Oscillation von 22' fand. Aber bei den Pyriten von Carrara ist die Oscillation noch grösser. Aus alle dem lässt sich entnehmen, dass, wenn die Ableitung der Cohäsionsminima beim Pyrit bis zur vierten geht, das schon viel ist. Wahrscheinlich übersteigt sie den dritten Grad der Ableitung nicht; indessen sind zur Entscheidung der Frage weitere Beobachtungen nothwendig. Ich erinnere nur daran, dass im Flussspath Vicinalflächen bis zur Grenze von 4° behauptet worden sind.

Calcit.

Calcitkrystalle im Allgemeinen. Da ich Beobachtungen gemacht habe über einige Calcite von Monteponi (Sardinien), untersuche ich nun den Calcit als dasjenige Mineral, welches bis dahin eine grosse Zahl von Flächen dargeboten hat. In der Spaltungszone (400): (040) allein, und zwar in

der kurzen Strecke (100) — (110) sind im Ganzen 20 Flächen beobachtet worden. Die hier beigefügte Tabelle zeigt diese 20 Flächen, geordnet nach

Ableitungen und rationale Oerter		Beobachtete Calcitfläche zwischen (100) — (110)	Berechnete Winkel mit (110)	Cohäsionsbezeichnung
	I (100)	(100)	37° 27 $\frac{1}{2}$ '	Min.
X	(10.1.0)	(10.1.0)	32 5	
IX	(910)	(910)	34 50 $\frac{1}{2}$	
VIII	(810)	(810)	30 47 $\frac{1}{2}$	
VII	(710)	(710)	29 53	
VI	(610)	(610)	28 44 $\frac{1}{2}$	
	V (510)	(510)	27 31 $\frac{1}{2}$	
VI	(920)	(920)	26 0	
	IV (410)	(410)	24 44 $\frac{1}{2}$	Min.
	V (720)	(720)	23 31 $\frac{1}{2}$	
	III (310)	(310)	20 57 $\frac{1}{2}$	Min.
VI	(11.4.0)	(11.4.0)	19 44	
	V (830)	(830)		
	IV (520)			Max.
	V (730)	(730)	17 21 $\frac{1}{2}$	
	II (210)	(210)	14 19 $\frac{1}{2}$	Min.
	V (740)			
	IV (530)	(530)	10 50 $\frac{1}{2}$	
	V (850)	(850)	10 4	
	III (320)	(320)	8 42 $\frac{1}{2}$	Min.
	V (750)			
	IV (430)			Max.
	V (540)	(540)	4 52	
	I (110)	(110)	0 0	Min.

dem Grade der Ableitung. Daneben sind die Winkel angegeben, welche diese Flächen mit (110) einschliessen, ausgehend vom Fundamentalwinkel (100) : (010) = 74° 55'.

In dieser Tabelle sind die dominirenden Oerter (100), (310), (210), (320) und (110) fett gedruckt. Die Flächen des Calcits sind sehr nahe diesen rationalen Oertern. Ohne Zweifel correspondiren diese Oerter den Cohäsionsminimis. Was die anderen rationalen Oerter betrifft, so wollen wir einige neue Beobachtungen hinstellen.

Calcit aus Monteponi (Sardinien). Viele Calcitkrystalle, welche in der Bleiglanzgrube von Monteponi gefunden wurden, haben die Endbegrenzung hauptsächlich durch die Spaltungsflächen (100), (010) und (001). Dazu kommen als feine Fädchen die Flächen {110}. Der Uebergang zwischen (110) und (100) wird durch eine vollkommene Cylinderfläche gebildet, die schon mit der Lupe zu sehen ist. In der stereographischen Projection Taf. XVI, Fig. 4, sind die Reflexe dieser Calcitkrystalle abgebildet. Die

Reflexe von $\{400\}$ sind scharf und fallen fast genau mit den Reflexen der Spaltungen zusammen. Zwischen diesen Reflexpunkten spannen sich continuirliche Zonenstrecken aus, welche die oben genannten Cylinderflächen darstellen. Ich lasse hier die Messungen folgen, die eine dieser Zone bestimmen.

(004)	$\lambda = 0^0$	$\varrho = 44^0 36'$
1	6 12'	40 14
2	12 26	36 44
3	24 54	32 32
4	32 34	29 12
5	45 40	27 4
6 (011)	59 59	26 20
7	74 0	27 0
8	86 55	29 3
9	96 58	34 56
10	105 49	35 47
11	114 5	40 35
(010)	120 0	44 35

Diese Krümmung, welche in den fundamentalen Zonen des Calcites eintritt, wiederholt sich bei allen den zahlreichen Calcitkrystallen derselben Drusen, so dass die oben angegebenen Zahlen nicht einen einzelnen Fall, sondern eine ganze Reihe übereinstimmender Beobachtungen darstellen. Halten wir die Methode fest, eine rationale Richtung für jeden Reflex des Signals zu schreiben, so können wir zwischen (011) und (004) eine grosse Zahl von Flächen einschalten, mit einfachen wie mit complicirten Indices.

Bemerkenswerth ist in diesem Beispiele, dass die Krümmung der Flächen in den Hauptzonen eintritt. Die Krystalle von Montepioni enthalten noch das Skalenoëder $\{1\bar{2}0\}$, von welchem jeder Ort nicht durch eine, sondern durch zwei einander sehr benachbarte Flächen gebildet wird. Die gemessenen Winkel sind folgende:

(021) 1	$\lambda = 139^0 12'$	$\varrho = 69^0 8'$
2	140 24	74 12

Aus diesen Beobachtungen könnte man so zu sagen schliessen, dass solche Variationen der Flächen ausschliesslich auf gewisse bestimmte Zonen beschränkt seien, z. B. in unserem Falle des Calcites auf die Fundamentalzonen $[100]$, $[010]$ und $[004]$. Dieser Schluss würde aber den Beobachtungen nicht vollständig entsprechen. In der That bietet unser Krystall andere Oerter, um welche die Flächen mannigfaltig entwickelt sind. Diese Oerter sind in stereographischer Projection, Taf. XVI, Fig. 4, bezeichnet mit $C_1 \bar{C}_1$, $C_2 \bar{C}_2$, $C_3 \bar{C}_3$. Die Ausbildung dieser Flächen lässt annehmen, dass sie ein sehr spitzes Skalenoëder darstellen. Die Reflexe, welche man

von jenen Flächen erhält, sind ausserordentlich unregelmässig; immerhin halten sie sich um die Oerter $\{11\bar{2}\}$ und $\{2\bar{2}3\}$. Schreiben wir hier die Messungszahlen, welche den Reflex C_1 bestimmen:

Punkt	$\lambda = 176^\circ 40'$	$\varrho = 89^\circ 53'$
2	172 8	90 20
3	169 35	85 0
4	171 9	84 6
5	174 29	73 11
6	183 16	89 4
7	187 7	89 4
8	187 7	84 0
9	188 44	78 23

Wie gesagt, geben diese Winkel nicht die Mittel aus mehreren Beobachtungen; aber wenn man von jedem der Oerter C_1, C_2, \dots die stereographische Projection des betreffenden Reflexcomplexes zeichnet, so erhält man sehr analoge Gebilde, welche immer im nämlichen Gebiete $\{2\bar{2}3\} - \{11\bar{2}\}$ bleiben. Das sind somit Variationen von Flächen, welche nicht auf bestimmte Zonen beschränkt bleiben.

Um aus diesen Zahlen Flächen mit rationalen Indices zu erhalten, könnte man solche nach Belieben construiren um die Oerter $\{2\bar{2}3\}$ und $\{11\bar{2}\}$. Man bemerke, dass die Grenze, welche die Zahlen des Reflexes C_1 umfasst, circa 11° beträgt.

Ich gehe jetzt zu anderen Calcitkrystallen von Monteponi über. Sie haben folgenden Habitus: An denselben ist die Basis $\{111\}$ entwickelt. Es herrschen ferner die sechs Flächen eines Rhomboëders vor, während ein zweites Rhomboëder kaum angedeutet ist. Dazu kommen die gekrümmten Flächen $\{110\}$. Was die Basis betrifft, so fällt sie nicht genau mit dem Orte (111) zusammen, sondern weicht um einige Grade davon ab.

Interessant sind die Flächen des spitzen Rhomboëders; dieselben sind sehr unregelmässig entwickelt. Um einen Begriff von diesen Krystallen zu geben, habe ich in Taf. XVI, Fig. 2 und Taf. XVII, Fig. 3 die Rhomboëderflächen gezeichnet, wie sie im Fernrohre des zweikreisigen Goniometers erscheinen, und daneben ihre Reflexe.

Die Flächen A, B, C, D, E entsprechen denselben in der schematischen Fig. 4, Taf. XVII. Ich will jetzt die Winkel schreiben, welche diese Reflexe bestimmen:

A	$\lambda = 183^\circ 46'$	$\varrho = 74^\circ 10'$	Taf. XVI, Fig. 2A
2	182 21	73 19	
3	182 31	71 8	
4	181 39	74 2	
5	179 52	74 2	
6	182 59	76 7	

(22 $\bar{3}$)	(180)	$\varrho = (78^{\circ}36')$	
7	$\lambda = 182^{\circ}34'$	63 48	
(11 $\bar{1}$)	(180)	(63 7)	
<i>B</i> 1	304 38	75 30	Taf. XVI, Fig. 2B
2	300 48	74 52	
3	299 0	73 52	
4	298 48	69 46	
5	302 3	69 35	
($\bar{3}22$)	(300 0)	(78 36)	
6	304 26	63 38	
7	304 6	63 38	
8	297 54	65 8	
($\bar{1}11$)	(300 0)	63 7	
<i>C</i> 1	63 50	73 34	Taf. XVI, Fig. 2C
2	62 43	74 48	
3	59 23	75 47	
4	59 44	73 58	
5	57 56	75 30	
(2 $\bar{3}2$)	(60 0)	(78 36)	
6	65 28	63 37	
7	62 34	62 53	
8	57 55	63 56	
(11 $\bar{1}$)	(60 0)	(63 7)	

Desgleichen für die hinteren Flächen:

<i>D</i> 1	$\lambda = 124^{\circ}58'$	$\varrho = 102^{\circ}50'$	Taf. XVII, Fig. 3ab
2	420 49	402 50	
3	422 4	400 54	
4	424 37	407 40	
(3 $\bar{2}\bar{2}$)	(420 0)	(444 24)	
<i>E</i> 1	0 40	403 46	Taf. XVII, Fig. 3cd
2	359 34	402 20	
3	359 34	406 34	
4	3 37	409 20	

Es ist auffallend, wie die Flächen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* verschiedene Gestalt annehmen; aber es ist dennoch unmöglich, aus den zahlreichen von mir gemessenen Calcitkrystallen nicht etwas Bestimmtes und Constantes herauszunehmen, d. h. die Oerter {2 $\bar{3}2$ } und {11 $\bar{1}$ } zu erkennen, um welche die Variation vor sich geht.

Nicht weniger interessant sind die kleinen Flächen *a*, *b*, *c* (s. Fig. 4, Taf. XVII) der genannten Krystalle. Man sehe die stereographische Projection, Taf. XVII, Fig. 5, der Reflexe, für welche folgende Winkel gegeben sind:

1	$\lambda = 119^{\circ} 27'$	$\varrho = 37^{\circ} 14'$
2	119 27	33 20
3	139 26	34 10
4	163 49	26 46
(110) 5	180 20	26 16
6	199 52	27 18
7	208 55	28 37
8	222 11	34 20
9	240 1	36 4
10	240 1	33 37

Während bei den vorhergehenden Calcitkrystallen die Krümmung von $\{110\}$ sich vollständig in der Zone $[001]$ vollzog, weil die Spaltungsflächen vorwogen, finden wir hier die Krümmung doppelt; sie beginnt in der Zone $[001]$ und dreht sich dann gegen die vorherrschende Fläche (111) . Es würde nicht schwer halten, aus den Reflexen 1 und 2 resp. 9 und 10, Taf. XVII, Fig. 5, rationale Flächen zu construiren, welche enthalten wären zwischen (711) , (811) , (911) , $(10.1.1)$, $(11.1.1)$ und $(12.1.1)$. Es ist in der That immer möglich, aus den gemessenen Winkeln die genannten rationalen Indices zu erhalten. Aber ich überlasse es dem Leser zu beurtheilen, ob ein solcher Schluss einen Werth habe.

Da ich mannigfaltige Gestalten von Calcitkrystallen aus Monteponi zu beobachten und zu messen Gelegenheit hatte, so werde ich noch zwei verschiedene Habitus anführen, die nicht minder interessant sind, als die vorhergehenden. Sie zeichnen sich durch das Vorherrschen der Spaltungsflächen $\{100\}$ aus, wobei zweierlei Formen noch hinzutreten, nämlich entweder $\{11\bar{1}\}$ oder $\{110\}$. Wir wollen zuerst die ersten beschreiben. Sie sind in der Taf. XVII, Fig. 6 schematisch dargestellt. $A B C$ entsprechen den Flächen $\{100\}$, $D E F$ aber $\{11\bar{1}\}$. Fläche A (100) ist in Taf. XVII, Fig. 7a abgebildet; wie die Krümmung dieser Fläche erscheint, geht aus dem daneben gezeichneten Bilde der Reflexe (Taf. XVII, Fig. 7b) und aus folgenden Winkeln, die sich auf Punkt (100) beziehen, hervor:

(100) 1	$\lambda = -$	$\varrho = 0^{\circ} 0'$
2	0 ⁰ 0'	2 3
3	46 2	2 34
4	315 33	2 30
5	218 14	3 19
6	144 6	3 19
7	136 50	7 55
8	224 54	8 11
9	39 19	5 31
10	319 49	5 21

Es ist höchst merkwürdig, dass die Concentration der Reflexe nicht nur in (100), wohin also auch der Reflex der Spaltung fällt, sondern in verschiedenen anderen Punkten, wie 2, 3, 4, 5 und 6 erfolgt.

Die Fläche D ist in der Taf. XVII, Fig. 8a abgebildet. Ihr Reflexbild Taf. XVII, Fig. 8b besteht aus einem Ringe, in dessen Mitte ungefähr der Punkt (111) fällt. Hier die dazu gehörigen Messungen auf (111) bezogen:

(111) ...	$\lambda =$	$\varphi =$
1	0° 0'	1 47
2	180 0	1 47
3	90 0	2 0
4	270 0	2 11
5	144 32	5 43
6	144 0	8 30
7	298 38	8 56

Zu diesen Beobachtungen könnte man zahlreiche andere fügen; alle bestätigen die Regel, dass einige Flächen des Krystalles, die dominirenden Flächen, ganz nahe den festen Oertern des Krystalles liegen, während andere in mehrfacher Beziehung veränderlich sind. Die hier angegebenen Beobachtungen werden für das nächstfolgende Kapitel von Nutzen sein.

Bis jetzt haben wir angenommen, dass die osmotische Kraft p oder die Summe $p + f$ in jedem Punkte des Krystalles proportional zu der Normalcohäsion c sei, oder mit anderen Worten, dass das Wachstum proportional zu der Cohäsion ist. Daraus ist der nothwendige Schluss hervorgegangen, dass in jedem Krystalle Cohäsionsmaxima und -minima existiren, die in Grösse und Richtung constant sind. Die Richtungen dieser Hauptwerthe der Cohäsion haben rationale Indices.

Wenn wirklich das Wachstum des Krystalles unter den angenommenen Bedingungen vor sich geht, so müsste die daraus entstehende Gestalt immer im Stande sein, diese Hauptrichtungen der Cohäsion zu liefern. Anders verhält sich die Sache, wenn das Wachstum des Krystalles unter anderen Bedingungen vor sich geht. Wir werden zwar nicht meinen, dass die Hauptrichtungen (Minima und Maxima) der Cohäsion nicht existiren und zwar mit rationalen Indices, aber die Gestalt könnte zuweilen der Art sein, dass sie jene Hauptrichtungen vollständig verwischt.

Wir wollen also jetzt den Einfluss der osmotischen Kraft kennen lernen, denn es ist eben die osmotische Kraft die erste der äusseren Wirkungen, welche ins Auge gefasst werden muss und welche bei der Entstehung der Krystalle nie fehlt.

Einfluss der osmotischen Kraft.

Um den Einfluss der osmotischen Kraft in Rechnung zu bringen, haben wir nur festzustellen, dass p resp. $p - f$ nicht mehr proportional zu c sei, wie vorhin. Wir haben daher bei dem Wachsthum der Krystalle nicht allein die Grösse von c ins Auge zu fassen, sondern die Differenz

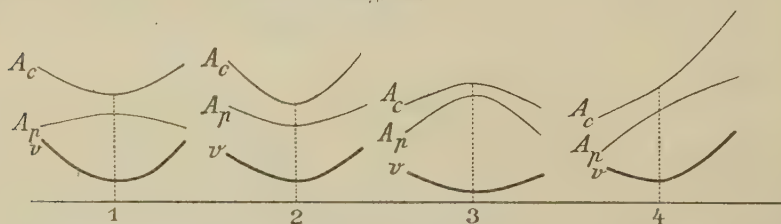
$$v = (c - p - f) A,$$

d. h. direct die Geschwindigkeit des Wachsthums.

Nun muss v Minima und Maxima haben. Es sind folgende Fälle möglich:

1. Die Minimalrichtungen von c fallen mit den Maximalrichtungen von p zusammen.
2. Die Minimalrichtungen von c fallen mit den Minimalrichtungen von p zusammen.
3. Die Maximalrichtungen von c fallen mit den Maximalrichtungen von p zusammen.
4. Die Hauptrichtungen von c und diejenigen von p fallen nicht zusammen.

Fig. 40.



Der Uebersichtlichkeit wegen habe ich diese vier Fälle in Fig. 40 dargestellt; alle können bei den Krystallen vorkommen. Fall 4 ist jedenfalls auch möglich. Ich besitze selbst Calcitkrystalle, bei denen die ganze eigene Form verwischt ist; allerdings ist ihre Entstehungsart unbekannt.

Versetzt man aber Krystalle in einen vollkommen indifferenten Gleichgewichtszustand, so nähern wir uns sehr dem vierten Falle. Schön ausgebildete Alaunkrystalle mit vollkommenen Flächen $\{111\}$, $\{110\}$ und $\{100\}$, wenn sie einige Zeit in einer gesättigten Alaunlösung bei constanter Temperatur gehalten werden, deformiren sich derart, dass ihre ursprüngliche Form vollständig verschwindet. Unter solchen Bedingungen ist offenbar

$$v = (c - p) A = 0$$

d. h. $c = p$ in allen Punkten der Oberfläche. In den Kanten und Ecken haben wir

$$c = p + f.$$

Wachsthum oder Abnahme ist offenbar ausgeschlossen, denn die Lösung ist gesättigt. Die an der Oberfläche gelegenen Theilchen befinden sich in

einem indifferenten Gleichgewichte; sie können daher bei irgend welcher Veranlassung in Bewegung gesetzt werden. Solche Alaunkrystalle verlieren zuerst alle Ecken und Kanten, und werden zuletzt fast kugelförmig, ohne ihr Gewicht merklich zu ändern.

Aber ausgenommen diese einzelnen Entstehungsweisen der Krystalle lehren uns die Beobachtungen von allen möglichen Habitus, dass die gewöhnlichen Fälle 1, 2 und 3 sind. Es kann also erstens vorkommen, dass Flächen dominiren oder da auftreten, wo die Oerter der Cohäsionsminima liegen; zweitens da, wohin die Oerter der Cohäsionsmaxima fallen. Aber auch diese zweite Möglichkeit (Fall Nr. 3 in Fig. 10) wird ziemlich selten sein im Verhältnisse zu der ersten Möglichkeit (Fälle Nr. 1 und 2 in Fig. 10) der Ausbildung, denn wir finden eben durch die Erfahrung, dass die dominirenden Flächen immer diejenigen sind, welche sich aus zahlreichen Beobachtungen als die der ersten Complication herausgestellt haben. Einzelne abnorme Fälle, welche beobachtet werden, fallen aus den zahlreichen normalen Beobachtungsfällen vollständig heraus, so dass wir daher nur zwei Combinationen bei dem Wachsthum der Krystalle ins Auge zu fassen haben, nämlich die, wo die Minima von c mit den Maximis von p , oder wo die Minima von c und p zusammenfallen. Aus diesen Ausbildungsweisen der Krystalle sind zuerst die kleinsten Minima und zweitens die Maxima der Cohäsion herauszubestimmen.

Eine wichtige Frage ist die, ob alle Hauptrichtungen (Minima und Maxima) der Cohäsion mit allen Hauptrichtungen der osmotischen Kraft zusammenfallen oder nicht. Wenn wir die Reflexbilder eines Krystalles in einer Projection auftragen, und wenn wir ferner für eine grosse Anzahl von Krystallen dasselbe thun, so werden wir inne, dass nur bestimmte einzelne Reflexpunkte durch wiederholte Beobachtungen stark in den Vordergrund treten; nur diese besonderen Reflexpunkte sind durch grosse Wahrscheinlichkeit gegeben, und nur diese können bis auf eine kleine Unsicherheit als constant angesehen werden.

Gehen wir von diesen Hauptörtern aus, die rational sind, und setzen wir die Geschwindigkeiten zusammen, die in der Nähe einer Kante stattfinden, so erhalten wir durch diese Ableitung ebenfalls rationale Oerter. Eine Abweichung von dieser Regel tritt erst dann ein, wenn während des Wachstums die osmotische Kraft sich ändert. Tritt eine solche Aenderung ein, so variirt auch die Grösse der Geschwindigkeitsminima; die Zusammensetzung derselben kann Werthe hervorrufen, die nicht mehr in rationale Richtungen zu fallen brauchen.

Eine Aenderung der osmotischen Kraft während des Wachstums kann in Folge dessen eine Menge Flächen veranlassen, die mit den rationalen Oertern nichts zu thun haben; sie stellen zufällige Lagen dar, die für den Krystall keine Bedeutung haben können, da sie nur den äusseren Bedingungen

zuzuschreiben sind. Wir haben eine Menge solcher zufälliger Lagen sowohl beim Calcit als auch beim Pyrit kennen gelernt. Der Umstand, dass gewisse Flächen beim Pyrit, die wir oben hervorhoben, äusserst selten auftreten, spricht deutlich dafür, dass die rationalen Oerter der Cohäsionsminima höchst unwahrscheinlich über die dritte Ableitung gehen. Dasselbe können wir auch vom Calcit behaupten.

Der Einfluss der osmotischen Kraft giebt sich hauptsächlich dort kund, wo Symmetrien vorkommen, welche mit den Cohäsionskräften nicht denkbar sind. Wir dürfen doch nicht annehmen, dass bei den Cohäsionskräften das Symmetriecentrum fehlt. Wäre also das Wachsthum der Krystalle nur an die Cohäsionskräfte gebunden, so könnte man höchstens elf Symmetrien bei den Krystallgestalten beobachten. Kommen mehr derselben vor, so sind sie der osmotischen Kraft, d. h. der physikalischen Beschaffenheit der Umgrenzungsflächen zuzuschreiben. Aber auch die pentagondodekaëdrische Symmetrie ist für die Cohäsionskräfte nicht möglich. Die verschiedenen Formen des Pyrits sprechen dafür, dass die Pentagondodekaëder $S_{33}^o(mno)$ ebenso möglich sind wie $S_{33}^o(nmo)$, und manche gleich wahrscheinlich; aus diesem Umstande müssen wir schliessen, dass für die Cohäsionskräfte nicht die pentagondodekaëdrische, wohl aber die hexakis-oktaëdrische Symmetrie herrscht. Uebrigens müssen für die Cohäsionskräfte die Richtungen $[100]$, $[010]$ und $[001]$ unter einander gleich sein und die kleinsten Minima darstellen, da die Flächen (400) , (040) und (004) doch die wahrscheinlichsten sind. Aus diesem letzten Umstand lässt sich die Symmetrie des Pyrits ableiten.

Durch Hinzutreten der osmotischen Kräfte kommen dagegen Symmetrien zum Vorschein, die bei den Cohäsionskräften fehlen.

Kommen während des Wachsthums eines Pyritkrystalles die Flächen des Pentagondodekaëders (240) S_{33}^o allein vor, so sind senkrecht darauf die Geschwindigkeitsminima die kleinsten, und die Ableitung muss von diesen ausgehen. Durch diese Bedingung entsteht äusserlich die Symmetrie des Pyrits, die sich erhalten muss, obwohl später die osmotische Kraft Aenderungen ausgesetzt ist, und an Stelle von $S_{33}^o(240)$, die Flächen $S_{33}^o(400)$ dominieren können. Werden die Minima $\{400\}$ kleiner als die von $\{240\}$, so kann die Zusammensetzung der Geschwindigkeiten Flächen an den vorhandenen Kanten hervorrufen, die im Allgemeinen nicht mehr an rationale Oerter gebunden sind. Daher stellen die beobachteten Flächen wie (520) , (720) , (440) , (920) , (640) etc. beim Pyrit keine besonderen rationalen Oerter der Cohäsion dar, sondern nur zufällige Flächen, die von Zeit zu Zeit auftreten je nach den äusseren Bedingungen, denen die osmotische Kraft ausgesetzt ist.

Dieselben Betrachtungen müssen wir für die Gestalt des Quarzes machen, wo kein Symmetriecentrum vorhanden ist.

(10 $\bar{1}$ 0) und (11 $\bar{2}$ 0) von Parisit, (110) von Sternbergit, (010) von Humit und (11 $\bar{2}$ 0) von Spangolith mit der gemeinschaftlichen Bezeichnung (100) belegen, desgl. (001) resp. (0001) derselben Zonen mit (010), und in Folge dessen die Oerter (101), (110), (10 $\bar{1}$ 1), (111), (011) und (11 $\bar{2}$ 1) mit (110) bezeichnen, so erhalten wir folgende Flächenbildung (Tabelle III), aus welcher der Plattentypus im Verhältniss zu den anderen Zonentypen deutlich hervortritt.

(Siehe die Tabelle auf S. 588.)

Man kann sich wirklich überzeugen, dass bei den Zonen nur diese drei Typen herrschen, die wir mit

1. Plattentypus,
2. Quadratischer Typus,
3. Hexagonaltypus

bezeichnen.

Sind zwei Minima der Cohäsion sehr von einander verschieden, so entsteht immer der Plattentypus. Sind aber zwei Minima der Cohäsion nicht sehr von einander verschieden, so hängt der entstehende Typus von dem Winkel ab, den dieselben einschliessen. Schliessen sie einen Winkel ein, der nicht sehr weit von 90° ist, so haben wir den quadratischen Typus. Dieser Typus erhält sich ungefähr immer, auch wenn der einschliessende Winkel 80° oder 70° wird. Von da ab entwickelt sich der Charakter des dritten Typus. Auch wenn der Winkel kleiner als 60°, z. B. 50° geworden ist, ist der hexagonale Typus deutlich ausgeprägt. Bei 45° aber tritt wieder der quadratische Typus hervor, und bei 30° erscheint der Plattentypus u. s. w.

Diese Zonentypen sind nicht an bestimmte Symmetrie der Zone gebunden, doch kann der Plattentypus nicht in der Zone erscheinen, wenn sie vier-, drei- oder sechszählige Axe ist. Der quadratische Typus ist mit der sechszähligen Axe nicht verträglich, sowie auch nicht der hexagonale Typus mit einer vierzähligen Axe. Man sieht gleich, dass die Grenze dieser drei Typen in der zweizähligen, vierzähligen und sechszähligen Symmetrie liegt.

Structur und Wachsthum der Krystalle.

Solange wir von Homogenität gesprochen haben, sind wir zu dem Ergebnisse gekommen, dass, falls die Cohäsion mit der Richtung sich ändert, die Cohäsionsminima und -maxima rationale Lage haben. Behalten die Hauptcohäsionsrichtungen constante Lage, so geht das Wachsthum der Art vor sich, dass die Homogenität nicht geändert wird, wie immer auch die äussere Gestalt Veränderungen ausgesetzt ist.

Wächst der Krystall schalenförmig oder sanduhrförmig oder kugelförmig etc. je nach den Bedingungen, die äusserlich herrschen, so wird man auch von verschiedenen Structuren sprechen, die derselbe homogene Krystall

durch das Wachsthum annimmt. Darum scheint der Satz richtig zu sein, dass die Gestalt an die Structur, die Rationalität der Hauptrichtungen der Cohäsion aber an die Homogenität gebunden sei.

In der Structur eines Krystalles sehen wir daher die Art und Weise des Wachsthums und diejenigen nacheinander folgenden Bedingungen, die bei dem Wachsthum herrschen oder geherrscht haben; aus der Homogenität dagegen geht die Thatsache hervor, dass die Hauptrichtungen der Cohäsion während des Wachsthums dieselben geblieben sind.

Diejenige Auffassung der Krystallstructur, welche man gewöhnlich unter Structurtheorie nach Sohncke oder nach Bravais versteht, ist lediglich eine mathematische oder geometrische Vorstellung der Homogenität, welche die Hauptgesetze der Krystallographie verstehen hilft, sowie wir durch die atomistische Theorie in der Chemie weiter bauen können. Eben deshalb wird eine solche Krystallstructur nie beobachtet, und es kann uns auch gleichgültig sein, ob sie wirklich vorhanden ist oder nicht. Sowohl bei dem Beweise der Krystallgesetze, als auch für die Erkennung eines Krystalles kann die Structurtheorie nicht zu Hülfe kommen.

Zusammenfassung.

Fassen wir alles das ins Auge, was vorhin bewiesen wurde, und ziehen wir noch die bekannten physikalischen Erscheinungen in Rechnung, so kommen wir zu folgenden Schlüssen:

1. Ein anisotroper homogener Zustand ist derjenige, wo alle parallelen Vektoren physikalisch gleich sind, und wo durch jeden Punkt wenigstens zwei Vektoren gezogen werden können, welche physikalisch ungleich sind; kurz, ein anisotroper homogener Zustand ist er dann, wenn er in Bezug auf irgend welche physikalischen Erscheinungen homogen anisotrop ist.

2. Von allen anisotropen Zuständen ist es zweckmässig solche zu trennen, welche homogen anisotrop sind in Bezug auf die Cohäsion. Letztere nennt man passend Krystalle.

3. Die von Lehmann genannten flüssigen Krystalle, sowie alle doppelbrechenden Mittel, die durch das Phänomen von Kerr, oder durch das Phänomen von Majorana, oder durch irgend welche Wirkung erhalten werden, unterscheiden sich von dem, was wir schlechtweg Krystall nennen, eben durch das Verhältniss der Cohäsion; denn Krystall bedeutet ein homogenes Mittel, welches in Bezug auf die Cohäsion anisotrop ist.

4. Deshalb treten die Krystalle im festen Zustande auf. Ob auch flüssige Körper in Bezug auf die Cohäsion anisotrop sein können, ist bis jetzt nicht nachgewiesen. Die Cohäsion bei den Krystallen hat Minimal- und Maximalwerthe, die lediglich nach rationalen Richtungen geordnet sind.

5. Die Umgrenzung der Krystalle folgt im Allgemeinen den Minimal-örtern der Cohäsion, welche rational sind. Die äusseren Kräfte veranlassen gleichzeitig eine grosse Menge von Flächen, die nicht alle rationale Lage haben können. Solche Kräfte sind auch im Stande, alle rationalen Oerter vollständig zu verwischen, ohne dass die innere Homogenität verloren gehe, was man aus der regelmässigen Spaltbarkeit erkennt. Flächen, welche mit kleiner Wahrscheinlichkeit gewisse Oerter bestimmen, entsprechen nicht rationalen Oertern.

6. Man erkennt leicht, dass die sieben möglichen Symmetrien der Cohäsion den bekannten sieben Krystallsystemen vollständig entsprechen. Die übrigen Krystallsymmetrien geben sich im Wachstume der Krystalle kund, das durch die verschiedene Beschaffenheit der Flächen, resp. durch die Wirkung der osmotischen Kraft gegeben ist.

7. Die Bedingung der rationalen Minima und Maxima der Cohäsion hängt mit dem Principe der Homogenität zusammen. Das Wachsthum und in Folge dessen die Structur der Krystalle, die beobachtet wird, sind an die äussere Gestalt gebunden.

8. Das Haüy'sche Gesetz der Rationalität der Indices, welches sich auf die Gestalt der Krystalle bezieht, und durch eine hypothetische Structur unterstützt wurde und noch unterstützt wird, entspricht nicht vollständig den Thatsachen.

In dem Gesetze der Rationalität, welches nicht Haüy'sches Gesetz, sondern **Grundgesetz der Krystalle** genannt werden sollte, steckt die Eigenschaft der Cohäsion für alle Krystalle ohne Ausnahme, d. h. für solche homogene Körper, welche in Bezug auf die Cohäsion anisotrop sind. Aus dem Grundgesetze, das soeben definirt wurde, kann jeder Krystall erkannt werden.

9. Jede Krystallgestalt besteht aus Vicinalflächen oder kurzweg beliebigen Flächen, deren Lage nicht allein von der Cohäsion, sondern auch von den mannigfaltigen äusseren Bedingungen abhängt. Da die äusseren Einwirkungen veränderlich sind, während die Cohäsionswirkungen constant bleiben, so treten diese aus zahlreichen Krystallgestalten hervor, während jene sich aus den mittleren Werthen der Beobachtungen gegenseitig aufheben. Nur die mit grosser Wahrscheinlichkeit sich ergebenden Oerter sind daher als constant und wichtig für den Krystall aufzufassen; und nur solche entsprechen den Cohäsionsminimis, die, wie gesagt, auf Rationalität der Indices Anspruch machen können.

Zusatz.

Der aus zahlreichen Beobachtungen hervorgehende mittlere oder normale Habitus der Krystalle und die kleinsten oder Hauptcohäsionsminima hängen mit einander zusammen. Die Hauptcohäsionsminima müssen daher

den Ausgangspunkt für die Eintheilung der Krystalle und für die Bezeichnung der Flächenörter oder besser gesagt der rationalen Oerter bilden.

Solange in dem kubischen, tetragonalen, rhombischen, monoklinen und triklinen Systeme die mit (100), (010) und (001) bezeichneten Oerter denjenigen der kleinsten Cohäsionsminima entsprechen, ist der Habitus hexaëdrisch (pseudokubisch), und er wird durch die gewöhnliche Bezeichnungsart sofort angegeben. In den drei ersten Systemen stehen dann die drei Cohäsionsminima c_1, c_2, c_3 im umgekehrten Verhältnisse wie die Axen:

$$c_1 : c_2 : c_3 = \frac{1}{a} : \frac{1}{b} : \frac{1}{c},$$

so dass wir jene leicht anstatt dieser als Krystallconstanten wählen können.

In den zwei letzten Systemen haben wir eine kleine Umrechnung auszuführen. Bedeuten $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ die Winkel, welche die Fläche (111) mit den drei Zonen [100], [010], [001] einschliesst, so haben wir bekanntlich

$$a : b : c = \frac{1}{\sin \varphi_1} : \frac{1}{\sin \varphi_2} : \frac{1}{\sin \varphi_3}.$$

Ferner schliesse (100) mit der Zone [100] den Winkel ω_1 , (010) mit [010] den Winkel ω_2 und (001) mit [001] den Winkel ω_3 ein, so leiten wir leicht ab:

$$c_1 : c_2 : c_3 = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \omega_1} : \frac{\sin \varphi_2}{\sin \omega_2} : \frac{\sin \varphi_3}{\sin \omega_3},$$

also
$$c_1 : c_2 : c_3 = \frac{1}{a \sin \omega_1} : \frac{1}{b \sin \omega_2} : \frac{1}{c \sin \omega_3}.$$

Wenn die kleinsten Cohäsionsminima nicht in die genannten Oerter (100), (010), (001) fallen, so ist die gewöhnliche Orientirung und Bezeichnung unstatthaft.

Sind im kubischen Systeme die kleinsten Cohäsionsminima dodekaëdrisch (z. B. wie im Sphalerit, Granat, . . .), dann sind mit (100), (010) und (001) die Oerter des Dodekaëders zu bezeichnen. Ein Ort des Oktaëders bekommt dann die Bezeichnung (111). Die Hexaëderflächen resp. -örter müssen dann bezeichnet werden mit (110), (101) und (011).

Fallen im kubischen Systeme die kleinsten Cohäsionsminima mit den Oertern des Oktaëders (wie z. B. beim Fluorit, Alaun etc.) zusammen, dann sind vier Indices unentbehrlich. Die vier Oerter des Oktaëders werden nämlich mit (1000), (0100), (0010) und (0001) bezeichnet, denn alle sind gleichwerthig, und der eine derselben geht aus den übrigen drei hervor.

Die Oerter des Hexaëders werden dann (1111), ($\bar{1}\bar{1}\bar{1}1$), ($1\bar{1}\bar{1}1$) etc., und die des Dodekaëders (1100), (1010), (0110) etc.

Man sieht leicht ein, dass im kubischen Systeme nur diese drei Habitus möglich sind, und sie kommen auch vor.

Wo immer der oktaëdrische Habitus ausgesprochen werden muss, sei es im kubischen, tetragonalen, rhombischen, monoklinen Systeme, da müssen naturgemäss vier Indices in Anwendung kommen.

Aber auch der hexagonale Habitus, der beim rhombischen (Aragonit, Anthophyllit, . . .), hexagonalen, monoklinen (Glimmer, Amphibol, Orthoklas etc. . .), triklinen (Aenigmatit, die Plagioklase, . . .) Systeme vorzukommen pflegt, muss durch vier Indices ausgesprochen werden, wie schon v. Fedorow¹⁾ hervorgehoben hat. Dabei fallen drei Oerter der Cohäsionsminima, welche unter einander einen nicht sehr weit von 60° stehenden Winkel einschliessen, in eine Ebene. Darauf senkrecht oder nahezu senkrecht kommt der vierte Ort. Wird letzterer mit (0004), so werden jene mit (4000), (0400) und (0040) bezeichnet. Letztere drei Oerter entsprechen einem hexagonalen Prisma.

Mit diesem Zusatze wollte ich zeigen, dass die gewöhnliche Eintheilung und Bezeichnung der Krystalle nur das Wenige zum Ausdruck bringen, was in dem Habitus der Krystalle enthalten ist, und dass daher eine neue Durcharbeitung für die Morphologie der Krystalle wünschenswerth erscheint. Theilweise haben dies schon Fedorow und Goldschmidt²⁾ gethan, aber die Frage ist noch nicht erschöpft, wie ich hier gezeigt zu haben glaube. Bei dieser Arbeit darf die geometrische Auffassung der Structur nicht eintreten, sondern nur die physische Beschaffenheit, die wir jeder Zeit durch Versuche prüfen können.

1) E. v. Fedorow, Beiträge zur zonalen Krystallographie. Diese Zeitschr. **35**, 25 und 75.

2) v. Goldschmidt, diese Zeitschr. **28**, 4.

XXXIII. Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien.

Von

W. Meyerhoffer in Berlin-Wilmersdorf.

(Mit 2 Textfiguren.)

Die, wie es scheint, früher vermuthete Beziehung zwischen den Schmelzpunkten von Mineralien und der Ausscheidungsfolge derselben aus ihrem geschmolzenen Magma ist schon von Brauns¹⁾ an der Hand der Gleichgewichtsgesetze mit grosser Klarheit widerlegt worden. Die vorliegende Mittheilung will im Wesentlichen den Gedankengang von Brauns an der Hand einer graphischen Darstellung, die übrigens in der physikalischen Chemie bereits gang und gäbe ist, schärfer zum Ausdrucke bringen, andererseits auch durch Einbeziehung von labilen Gleichgewichten die experimentirenden Mineralogen und Geologen auf die Möglichkeit gewisser Phänomene bei derartigen Ausscheidungsversuchen aufmerksam machen.

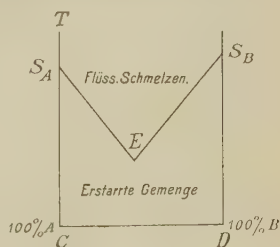
Gehen wir von zwei Mineralien aus, *A* und *B*, die

1) mit einander keine doppelte Umsetzung eingehen können, also, falls sie aus mehreren Bestandtheilen bestehen, ein gleiches Radical enthalten, wie $BaSO_4$ und Na_2SO_4 oder Al_2O_3 und MgO ;

2) mit einander weder ein Doppelsalz noch eine isomorphe Mischung bilden.

Betrachten wir nun nebenstehende Figur²⁾, die die stabilen Schmelzverhältnisse zweier Mineralien darstellt.

Fig. 4.
Stabile Schmelzerscheinungen.



1) Chem. Mineralogie, Leipzig 1896, S. 303.

2) Man sehe z. B. Miolati, Zeitschr. physik. Chem. 9, 649 und Bancroft, The phase rule, p. 116.

Die Ordinate stellt die Temperaturen dar, während auf der Abscisse zwischen C und D alle möglichen Werthe zwischen 100 % A und 100 % B enthalten sind. Je näher z. B. ein Punkt an der rechten Axe liegt, desto mehr B enthält die Mischung, die durch diesen Punkt dargestellt wird; im Grenzfall reines B , wenn der Punkt auf der rechten Axe selbst liegt.

Der Schmelzpunkt von A liege bei S_A , der von B bei der höheren Temperatur S_B . Wie bekannt schmilzt ihr eutectisches Gemisch, Punkt E , bei der niedrigeren Temperatur T_E .

Das Gebiet oberhalb S_AES_B stellt Schmelzen dar, und zwar ist die Zusammensetzung und die Temperatur jedesmal durch die Lage des Punktes bestimmt. Die Begrenzung S_AE und S_BE stellt Schmelzen dar, die mit festem A resp. festem B in Berührung sind. Das Gebiet unterhalb S_AES_B repräsentiren erstarrte Gemenge.

Betrachten wir nun eine Schmelze bei hohen Temperaturen, etwa noch oberhalb des Schmelzpunktes von B . Beim Abkühlen wandert der Punkt, der die Schmelze graphisch darstellt — der figurative Punkt, wie ihn Bakhuis Roozeboom nennt, senkrecht nach unten, da ja zunächst die Zusammensetzung der Schmelze unverändert bleibt. Was sich nun zuerst ausscheiden wird, hängt von der Zusammensetzung der ursprünglichen Schmelze ab. Liegt dieselbe links von E , so wird zunächst festes A erscheinen, d. h. graphisch gesprochen, der figurative Punkt hat die Linie S_AE erreicht. Beim weiteren Abkühlen bleibt er auf dieser Curve, es scheidet sich immer mehr A aus, also reichert sich die Schmelze immer mehr an B an, was wieder in der Bewegung nach rechts zum Ausdruck kommt. Bei E endlich erstarrt die eutectische Lösung. Ganz das Gleiche gilt für eine Schmelze, die bei Abkühlung zunächst auf S_BE stösst. Nur wenn die Schmelze genau die Zusammensetzung E hat, wird die tiefste Abkühlung möglich sein, hierbei werden sich bei T_E aber auch gleichzeitig A und B abscheiden, die eutectische Lösung wird wie ein einheitlicher Körper erstarren.

Massgebend für die Reihenfolge der Ausscheidung sind also nicht die Schmelztemperaturen, sondern die Zusammensetzung der Schmelze, verglichen mit der des eutectischen Gemisches.

Bei drei oder mehr Mineralien compliciren sich die Verhältnisse natürlich, wobei aber die vorhin entwickelten Principien dieselben bleiben. Bei drei Mineralien ist die Darstellung durch eine räumliche Figur noch möglich, am besten durch ein Triëder. Bei vier Körpern ist dies nicht mehr denkbar.

Gehen wir nunmehr auf die labilen Gleichgewichte über. Es ist ja

erscheint *B*. Mit anderen Worten: es kann aus ein und derselben Schmelze zuerst *A* oder zuerst *B* erscheinen.

Es ist sehr möglich, dass die Mineralogen solche Erscheinungen bereits unter den Händen gehabt haben. Die Art ihres Experimentirens, das blosse Abkühlenlassen ohne mechanisches Rühren oder Schütteln, ist der Bildung solcher labiler Zustände sehr förderlich. Haben doch van't Hoff und Meyerhoffer Jahre lang mit Lösungen gearbeitet, die an KCl , $MgSO_4$.aq oder deren Doppelsalzen gesättigt waren, und die doch labil waren, nämlich übersättigt an Kainit und Kieserit. Das lange Zeit auch bei tiefen Temperaturen für flüssig gehaltene Glycerin hat einen Schmelzpunkt von $+22^{\circ}$ ¹⁾. Es dürften daher solche Uebersättigungserscheinungen wohl auch bei höher gelegenen Schmelztemperaturen mit Sicherheit zu erwarten sein.

Der ideale Weg zur Lösung irgend einer Ausscheidungsfrage wäre wohl stets die Untersuchung der Endpunkte der Ausscheidung und der dahin führenden Gleichgewichtswege, also die Ermittlung der eutectischen Punkte und der dort einmündenden Schmelzcurven²⁾.

Bei dem heutigen Stande der pyrochemischen Technik ist aber eine derartige Behandlungsweise hoch schmelzender Mineralgemische unmöglich, man ist bloss auf die mehr qualitative Betrachtung der Wege, also der Schmelzcurven, angewiesen. Bei diesen im Vergleiche mit den natürlichen Vorgängen sehr rasch verlaufenden Abkühlungen treten jedoch Factoren in's Spiel, welche die zu Grunde liegende Absicht, ein Abbild der geologischen Phänomene zu erhalten, vielfach stören können. Einen solchen Factor haben wir schon berührt, es ist dies die Bildung labiler fester Phasen³⁾. Ein anderer Factor ist die Verschiedenheit der Ausscheidungsgeschwindigkeit. Das eine Salz erscheint rasch in grosser Menge,

1) Man beobachtete das erste Festwerden des Glycerins zufällig auf einem Eisenbahntransporte bei Frostwetter (Angabe von Prof. Fittig).

2) Aehnlich sind die vorhin genannten Autoren bei ihren Stassfurter Untersuchungen vorgegangen. Nach Feststellung aller möglichen stabilen gesättigten Lösungen — es sind ihrer 26 —, die $NaCl$ im Ueberschusse, KCl und $MgSO_4$.aq bei 25° bilden können, kann man nunmehr von jeder diese Salze enthaltenden Lösung voraussagen, welche Salze und in welcher Reihenfolge bei 25° durch Einengung zur Abscheidung gelangen werden.

3) Ein gutes Beispiel für einen solchen Fall ist das Auftreten von $CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$ im Kesselstein. Dieses Salz kommt natürlich nicht vor und ist demgemäss durch die Untersuchungen von van't Hoff u. A. in seinem ganzen Existenzbereiche als labil erkannt worden, indem es in Bezug auf $CaSO_4$ übersättigt ist. Beiläufig sei bemerkt, dass die so wichtige Kesselsteinfrage bisher wohl noch nicht richtig angefasst ist. Dieselbe ist in den wesentlichen Stücken ein Gleichgewichtsproblem und sollte daher auch von diesem Standpunkte aus behandelt werden.

das andere nur ganz allmählich, sodass es namentlich bei kurz andauernden Versuchen vollständig übersehen werden kann.

Es sei schliesslich auf die Erscheinung der »Ungleichgewichte«¹⁾ hingewiesen, wobei Abscheidungen, die bei weiterer Abkühlung nach den Gleichgewichtsgesetzen wieder in die Schmelze gehen sollten, daran durch räumliche Trennung (Umkrustung) verhindert worden.

Man ersieht daraus, mit welchen Schwierigkeiten solche Versuche zu kämpfen haben. Aber — um es zum Schlusse zu wiederholen — es sind keine theoretischen, sondern nur praktische Schwierigkeiten.

¹⁾ Zeitschr. physik. Chem. **38**, 325.

XXXIV. Die Kalkspathlagerstätte am Berge Čelebi-journ-beli in der Umgegend des Baidar-Thores.

Von

P. Zemiatčenskij in St. Petersburg.

(Mit 4 Textfiguren.)

Ueber die Calcite der Krim war bisher nur sehr wenig bekannt. Freilich kann man Exemplare davon fast in allen Sammlungen, bei Liebhabern und in Lehranstalten antreffen, allein ihre Lagerungsverhältnisse, die vorhandene Menge, ihre krystallographischen und chemischen Eigenschaften sind noch von Niemandem beschrieben worden. Wir besitzen nur eine kurze Notiz von V. Sokolov¹⁾, worin in kurzen Zügen der Bau der Berge Thoros und Čelebi-journ-beli geschildert wird, die die Fundstätte des Kalkspathes einschliessen. Nach seinen Worten lagert der Calcit »entweder in Form von Adern oder von Nestern in stark mergeligem Thone, der einen ziemlich breiten Spalt am Fusse des Čelebi-journ-beli ausfüllt. Der Adercalcit ist nicht durchsichtig. . . . Bisweilen kommen darin Stücke von höherer Qualität und von grossem Interesse in Betreff ihres krystallographischen Baues vor. Am werthvollsten und interessantesten aber erscheinen die Nester oder Gruppen von Calcitkrystallen, die offenbar auf dem Wege der Concretion entstanden sind, was bekanntlich eine recht seltene Erscheinung ist.« Solche Krystalle haben eine matte Oberfläche, sind aber im Inneren bisweilen durchsichtig und zu praktischen Zwecken verwendbar. Erwähnen wir noch eine Bemerkung: »Der Calcit vom Berge Thoros und die ersten russischen Nicols«, die ich in den Memoiren der St. Petersburger

4) V. Sokolov, Die Calcitlagerstätte beim Baidar-Thore in der Krim. Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou 1898, 12, 72—73 (russ.). Ref. diese Zeitschr. 32, 304.

Naturforscher-Gesellschaft, Bd. XXXII, Lfg. 1, veröffentlicht habe und in der einige Beobachtungen in Betreff des krystallographischen Charakters des Calcits vom genannten Fundorte mitgetheilt sind, so ist damit die den besprochenen Gegenstand behandelnde Litteratur erschöpft.

Unlängst habe ich nun die Calcitlagerstätte in der Umgegend des Baidar-Thores in Augenschein genommen und dort eine reichhaltige Collection davon gesammelt. Die Fundstätte liegt etwa $4\frac{1}{2}$ Werst westlich vom Baidar-Thore, in einer Schichtenfolge von mergeligen Kalksteinen, aus denen der Berg Çelebi-jaurn-beli zusammengesetzt ist. Nähern wir uns vom Baidar-Thore her dem diesem zugewandten Abhange des genannten Berges, so erblicken wir in einer Höhe von ca. 75 m oberhalb des Thores eine gewaltige Verwerfung, die sich orographisch in Gestalt einer senkrechten Stufe von 50—75 m Höhe darstellt. Der Verwerfungsspalt streicht NO 45° und zieht sich ungefähr eine Werst weit hin. Der abgesunkene Theil des Berges bildet ein mit jungem Walde bewachsenes und von riesigen, in der Querrichtung zum Verwerfungsspalte verlaufenden Rissen zerklüftetes Plateau. Diese Risse sind stellenweise mehrere Meter breit und am westlichen Rande lassen sich unlängst entstandene Erdtrichter beobachten.

Auch der stehengebliebene Theil des Berges ist von Verticalrissen zerschnitten. Unter diesen sind erstens solche zu unterscheiden, die dem Verwerfungsspalte parallel gehen, zweitens solche, die SO 415° — 425° streichen und drittens solche in genau nord-südlicher Richtung. Ausserdem sind auch noch Risse von geringerer Ausdehnung und so zu sagen localem Charakter bemerkbar. Alle Hauptrisse zeigen verticale Fallen.

Die Gruben oder richtiger Nischen, aus denen der Kalkspath gewonnen wird, liegen in der senkrechten Verwerfungswand und zwar an ihrem westlichen Ende. Hier am äussersten Westrande des verticalen Absturzes treten sehr deutlich graue sandig-thonige Schiefer zu Tage, die reich an kohlen-saurem Kalk sind und hier und da undeutliche Reste verkohlter Pflanzen einschliessen. Sie sind fast auf den Kopf gestellt, fallen NO und streichen NW 320° . In östlicher Richtung büssen sie ziemlich bald ihre Schieferung ein und gehen in dunkle geschichtete Kalke über, die von einer Menge feiner, schnell auskeilender, senkrechter Kalkspathadern durchzogen sind.

Noch weiter nach Osten verschwindet die Schichtung der Gesteine völlig, und die gesammte entblüsste Partie des Berges besteht aus mergeligen Kalken, die sich als eine homogene Masse präsentiren. In Folge dessen bot sich nicht die entfernteste Möglichkeit dar, die stratigraphischen Beziehungen der Kalksteine zu den oben erwähnten thonig-sandigen Schiefern klar zu stellen. Ueberdies sind die Kalke auch arm an Fossilien, und daher ist es schwierig, ihr Alter genau zu bestimmen. Gegenwärtig rechnet man sie zum oberen Jura.

Einige Dutzend Faden vom westlichen Rande erblickt man in der senkrechten Wand mehrere Nischen, die nahezu in einer Höhe liegen, und in diesen wird der Kalkspath gewonnen. Seine Anhäufungen bilden die Ausfüllung localer Erweiterungen der die Kalkbank durchsetzenden Risse. Diese sind zum Theil leer und nur an den Wänden mit Drusen von Kalkspath ausgekleidet, der meist trübe ist und mangelhafte Krystallbildung vorwiegend in Skalenoëdern $\{2434\} = \{207\}$ zeigt, zum Theil mit grobkörnigem Kalkspath ausgefüllt. Wo ein Riss sich erweitert oder von einem anderen gekreuzt wird, sieht man den Hohlraum von einer röthlichen oder gelblichen Thonmasse ausgefüllt, in die grosse Krystallindividuen von Kalkspath, zuweilen bis zu 8 kg schwer, eingehüllt sind. Daneben finden sich zusammengewachsene Krystalle von geringerer Grösse, aber krystallographisch besser ausgebildet, denn es sind daran nicht bloss einzelne Krystallflächen sichtbar, sondern es kommen auch Individuen mit mehrseitig ausgebildeten Flächen vor. Diese haben meist die Gestalt des oben erwähnten Skalenoëders, und ihre Dimensionen gehen bis 25 cm. Eine scharfe Grenze zwischen einer Ader und dem umgebenden Kalksteine besteht nicht, denn die thonig-mergelige Masse geht unmerklich in den mergeligen Kalk über, in den unregelmässige Adern von krystallinisch-körnigem Kalkspath eindringen. Abgesehen von den bezeichneten erweiterten Adern sind in der Felswand auch noch andere sichtbar, an deren Wänden recht grosse Kalkspathkrystalle sitzen. In engeren Rissen sind natürlich auch die Krystalle kleiner und an diesen tritt der krystallographische Habitus (ausschliesslich skalenoëdrisch) in weit grösserer Reinheit hervor.

Der soeben dargelegte Charakter der Kalkspathlagerstätte beweist, dass die Ausbildung des besprochenen Minerals auf zweierlei Wegen vor sich gegangen ist:

a) Die die Wände der Risse bedeckenden Kalkspathdrusen verdanken ihre Entstehung zweifellos seitlich durchgesickertem Wasser, das kohlen-sauren Kalk in gelöstem Zustande enthielt. Auf diese Weise haben sich die unvollkommen ausgefüllten Risse und die mit grobkrystallinischem Kalkspath gefüllten gebildet.

b) Durch Krystallisation von Kalkspath innerhalb der Thonmasse, die in den Spalten in Folge der Auslaugung kohlen-sauren Kalkes aus dem die Wände der Risse bildenden mergeligen Kalkstein entstanden ist. Somit sind an der Ausbildung der erwähnten Thonmasse auch Eluvialprocesse betheilig gewesen in Abhängigkeit von dem von der Oberfläche her in die Risse hinabsickernden Wasser. Später, vielleicht aber auch theilweise gleichzeitig, als sich die Sättigung des Wassers mit kohlen-saurem Calcium änderte, ist dann innerhalb des Eluvialthones einerseits um die bereits fertigen Centra, d. h. um die an den Wänden der Risse hervorgewachsenen Krystalle, andererseits in den Hohlräumen jene eigenartige Anhäufung grosser Kalkspath-

Individuen erfolgt, von der oben die Rede gewesen ist. Eine Concretionsbildung im engeren Sinne hat hier nicht stattgefunden. In dieser Entstehungsweise finden wir die Erklärung für folgende Erscheinungen: erstens für die scheinbar allseitige Ausbildung mancher einzelner und zusammengewachsener Kalkspathkrystalle, an denen auf den ersten Blick keine Anheftungestelle bemerkbar ist, d. h. gleichsam freigebildeter Krystalle; zweitens für das Vorkommen grosser Kalkspathblöcke, die bisweilen nur aus einer geringen Zahl von Individuen bestehen, eine unregelmässig eckige Form haben und hier und da an der Oberfläche krystallographische Flächen von einzelnen Individuen zeigen; drittens für den Reichthum mancher Individuen an beigemischtem Thon, durch den ihre beträchtliche Trübung bedingt ist. Offenbar ist der Thon bei der Krystallisation des Kalkspathes mit hineingezogen worden, denn bisweilen findet man solche Exemplare, deren Centralpartie vollkommen klar und farblos ist, während die Peripherie unverkennbar Einschlüsse von Thonsubstanz enthält. Endlich viertens bietet sich uns darin die Erklärung für das Fehlen einer scharfen Grenze zwischen den Adern und den umgebenden mergeligen Kalken, denn diese sind an der Adergrenze thoniger, von zahlreichen Apophysen der Hauptader und von einer Menge feiner Kalkspathäderchen durchzogen. Ebenso erklärt sich auf diese Weise das Vorhandensein von Erweiterungen mit Anhäufung von Calcit und Thonmasse an den Kreuzungspunkten von Rissen: hier konnte die Auslaugung energischer vor sich gehen und in der Folge die Ablagerung von Kalkspath in ungestörter Ruhe und in grösserem Maassstabe erfolgen.

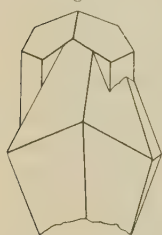
Die krystallographischen Eigenschaften des Calcits vom Çelebi-journ-beli sind recht charakteristisch. Es kommen hier zwei Typen in Betracht: a) der sklenoëdrische und b) der prismatische, wobei der erste in beträchtlichem Maasse das Uebergewicht hat. Die vorkommenden Combinationen zeichnen sich bei keinem von beiden Typen durch Complicirtheit aus, doch ist an sklenoëdrischen Krystallen eine grössere Zahl von Formen gefunden worden, als an prismatischen.

a) Der sklenoëdrische Typus. Die Winkel des Hauptsklenoëders der Kalkspathkrystalle ergeben mit dem Contactgoniometer gemessen etwa 35° . Augenscheinlich liegt hier das Sklenoëder $\{21\bar{3}1\}$ vor, für das $35^{\circ}24\frac{1}{2}'$ gegeben sind. Alle Exemplare, die der goniometrischen Ausmessung mehr oder weniger zugänglich sind, deuten auf die Ausbildung des genannten Sklenoëders hin. Ausserdem aber kommen noch Krystalle vor, die die Combinationen $\{40\bar{1}1\}$, $\{24\bar{3}4\}$ und $\{34\bar{4}5\} = \{410\}$ zeigen; das letztere ist leicht zu erkennen nach seiner charakteristischen Combination mit $\{40\bar{1}1\}$ und $\{24\bar{3}4\}$. Abgesehen von den erwähnten sind noch die Sklenoëder $\{32\bar{5}1\} = \{30\bar{2}\}$ und $\{21\bar{3}4\} = \{340\}$ mit $\{40\bar{1}1\}$ anzutreffen. Ein Grundrhomboëder ist bei den Krystallen mit vorwiegend sklenoëdrischer Form selten,

dafür aber bildet es einen integrierenden Bestandtheil der prismatischen Kalkspathkrystalle.

b) Der prismatische Typus kommt bei den Kalkspathkrystallen seltener vor und stellt ein späteres Krystallisationsstadium dar. Fast an allen Exemplaren unkleiden prismatische Krystalle die skalenoëdrischen, wobei sie

Fig. 1.



sich manchmal auf den Scheitel des Skalenoëders (vergl. Fig. 1) oder auf eine seiner Seiten beschränken. Abgesehen vom Grundrhomboëder lassen sich an den prismatischen Krystallen noch die Flächen des negativen Rhomboëders $\{0\bar{5}\bar{5}1\} = \{2\bar{2}\bar{3}\}$ beobachten (die Messung mit dem Contactgoniometer ergab für den Scheitelwinkel 63° statt der erforderlichen 64°). Neben den prismatischen Krystallen sind auch noch solche vorhanden, die es nur in Folge des

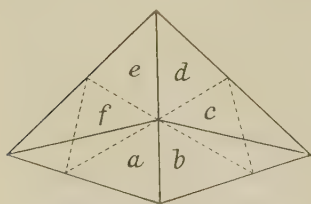
Ueberwiegens eines sehr spitzen Rhomboëders zu sein scheinen. Nach dem Winkel zu urtheilen, den dieses mit dem Grundrhomboëder bildet, gehört es zu $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\} = \{5.5.\bar{1}\bar{1}\}$. Die Messung des Winkels zwischen $\{10\bar{1}1\}$ und $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}$ zeigt, dass das erwähnte Rhomboëder mit der Verticalaxe einen Winkel von $3^\circ 23'$ bildet, nach der Berechnung aber muss das Rhomboëder $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}$ mit derselben Axe einen Winkel von $3^\circ 37'$ bilden.

Demnach werden die Calcitkrystalle vom Berge Čelebi-jauru-beli durch folgende Formen charakterisirt. Von den Rhomboëdern ist $\{10\bar{1}1\}$ sehr gewöhnlich, kommt jedoch nur in Combinationen vor. Hierauf folgt $\{0\bar{5}\bar{5}1\}$, das in der Combination $\{10\bar{1}1\}$ und $\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}$ gefunden worden ist. An anderen Formen kommt es nicht vor.

Von Skalenoëdern $\{21\bar{3}1\}$, $\{31\bar{4}5\}$ und wahrscheinlich $\{32\bar{5}4\}$, das nur einmal zur Beobachtung gelangt ist.

Was die Vollkommenheit der Ausbildung der Krystalle betrifft, ist darin eine ziemlich grosse Mannigfaltigkeit zu beobachten, doch überwiegen die Krystalle mit ungleichmässiger Ausbildung der Flächen. Bisweilen ist diese so gross, dass die Grundform völlig entstellt ist und man sich darin nur dank der Spaltbarkeit des Calcits zurechtfinden kann. In einzelnen Fällen sind von den sechs Flächen des Skalenoëders, die sich in den Scheitel-

Fig. 2.



kanten schneiden, nur vier entwickelt, die einander in gegenüberliegenden Kanten treffen. Auf diese Weise entsteht eine sehr sonderbare spiessartige Form, wie eine solche in Fig. 2 in Horizontalprojection abgebildet ist: von den sechs Skalenoëderflächen a, b, c, d, e und f sind nur a und b, d und e entwickelt.

Ausser Einzelkrystallen sind am Fundorte beim Čelebi-jauru-beli auch Zwillingskrystalle sehr gewöhnlich, und zwar

befolgen sie bei ihrer Bildung zwei verschiedene Gesetze, die nahezu gleich verbreitet sind. Das eine von ihnen besteht darin, dass als Zwillinge- und Verwachsungsfläche $\{0004\}$ dient. Für solche Zwillinge sind bekanntlich einspringende Winkel charakteristisch, die durch die Skalenoëderflächen beider Individuen gebildet werden. Auch bei der Verwachsung rhomboëdrischer Individuen gelangen charakteristische einspringende Winkel zur Beobachtung. In rhomboëdrischen Stücken, die nach der Spaltfläche herausgeschlagen sind, kommen bisweilen auch polysynthetische Verwachsungen vor, und an einem Exemplare betrug die Zahl der zusammengewachsenen Individuen fünf.

Ebenso gewöhnlich sind die nach dem zweiten Gesetze gebildeten Zwillinge- und Verwachsungsflächen, auf dessen Existenz ich bereits in meiner früheren Notiz¹⁾ hingewiesen habe. Hiernach dient als Zwillinge- und Verwachsungsfläche $\{10\bar{1}0\}$.

Abgespaltene Calcitstücke offenbaren sehr häufig eine solche Verwachsung (vgl. Fig. 3). Es war aber sehr wünschenswerth, ganze Krystalle zu erlangen, die nach dem genannten Gesetze verwachsen sind, und es ist mir geglückt, nicht nur solche Zwillinge (vgl. Fig. 4), sondern

Fig. 3.

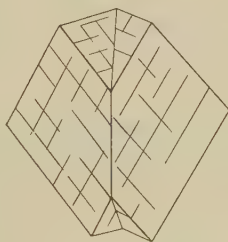
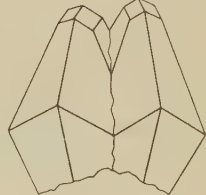


Fig. 4.



sogar Drillinge zu finden. Letztere sind entweder so gebildet, dass sich an zwei benachbarten Sextanten eines Individuums in Zwillingstellung zwei andere Individuen angesetzt haben (der Gesamthabitus ist dabei der gewöhnliche, skalenoëdrische), oder hinter einander gestellt, so dass sich die benachbarten in Zwillingstellung, der äusseren in paralleler befinden. Bisweilen verschmelzen sie an einem Ende zu einem Individuum, in das sich dann ein anderes einschneidet. An abgeschlagenen Stücken einiger Krystallverwachsungen lässt sich auch eine mehrfache (bis acht Individuen) Zwillingverwachsung ähnlichen Charakters beobachten, wobei das eine Individuum fast von allen Seiten ein anderes umhüllt, das zu ihm in Zwillingstellung steht.

Abgesehen davon wird die Zwillingbildung auch noch durch den Umstand complicirt, dass sich bei der Verwachsung beide Gesetze betheiligen: nach $\{0004\}$ gestaltete Zwillinge verwachsen in Zwillingstellung mit der Fläche $\{10\bar{1}0\}$, und es entstehen so Zwillinge höherer Ordnung. Das gleichzeitige Vorkommen der nach den erwähnten Gesetzen formirten Krystalle,

1) P. Zemiatchenskij, Der Calcit vom Berge Phoros und die ersten russischen Nicols. Mem. d. St. Petersb. Naturf.-Ges. 32, Lfg. 4.

ihre nahezu gleichmässige Verbreitung, ihre Neigung, sich an ein und demselben Individuum gleichzeitig beiden Gesetzen anzupassen (Zwillinge höherer Ordnung), all' dies spricht dafür, dass zwischen diesen Gesetzen eine Verwandtschaft besteht. Dieses kann man durch folgende Formulierung der beiden Zwillingbildungen zum Ausdrucke bringen: Bei beiden Zwillingsgesetzen dient als Zwillingssaxe die Verticalaxe c , als Verwachsungsfläche im ersten Falle $\{0001\}$, im zweiten $\{10\bar{1}0\}$, die zu jener perpendicular steht.

Zum Schlusse noch einige Worte in Betreff der chemischen Zusammensetzung des Calcits vom Berge Čelebi-jaurn-beli. Bekanntlich gilt als reinster Calcit in der ganzen Welt der isländische Doppelspath. Nach den neuesten Analysen¹⁾, die sich besondere Genauigkeit in der Bestimmung der Beimengungen zur Aufgabe setzen, enthalten die besten Muster Eisen als $FeCO_3$. Nach Hinrichsen's Angabe schwankt der Gehalt an Eisenoxyd zwischen 0,030 % und 0,035 %, beträgt also im Durchschnitte 0,032 %. Ausserdem ist MgO und SiO_2 vorhanden, aber in so geringer Menge, dass sich ihr Gewicht nicht hat ermitteln lassen, obgleich zur Analyse 50—100 g Material verwandt wurde.

Reine Calcitproben vom Čelebi-jaurn-beli sind vom stud. Kaschinskij analysirt worden und haben nachstehende Zahlen ergeben:

CaO	55,860
FeO	0,405
MgO	Spuren
CO_2	43,78

Obgleich das erlangte Ergebniss nicht auf ganz exceptionelle Genauigkeit Anspruch erheben kann, giebt es uns nichtsdestoweniger die Berechtigung hinzustellen, dass der Calcit vom Čelebi-jaurn-beli dem isländischen Spath an Reinheit nur wenig nachgiebt. In weniger durchsichtigen und vollkommenen Proben hat Herr Kaschinskij 0,458 % SiO_2 , 0,238 MgO und 0,873 FeO gefunden.

Ausser den mehr oder weniger gleichartigen Krystallen kommen an der besprochenen Fundstätte noch sehr häufig solche mit ausgesprochen zonarem Bau, der auf dem Wechsel reinerer Schichten und trüber beruht, die in verschiedener Menge mechanisch beigemengte Thonpartikel enthalten. Solche Exemplare ergeben nach der Prüfung von Hrn. Pylkov beim Ausglühen 43,72 %, und das Quantum mechanischer Beimengungen betrug 0,62 %. Dabei ist zu beachten, dass sich auch Eisenoxydhydrat und $CaCO_3$, die der Thonsubstanz beigemengt waren, hat lösen können. Nicht selten

1) P. Willy Hinrichsen, Ueber das Verbindungsgewicht des Calciums. Zeitschrift f. phys. Chemie 1901, **39**, 311.

sind aber auch Exemplare, bei denen der Thon in ganzen Stücken in's Innere des Krystalles gelangt ist.

Was die Zusammensetzung der Kalksteine betrifft, innerhalb deren sich die Kalkspathlager befinden, so sind sie, wenigstens in den den Lagerstätten benachbarten Partien, stark thonig. Nach der Untersuchung von Herrn Medvědkov sind bei Behandlung mit Salzsäure 9,436 % ungelöst geblieben, und in diesem Rückstande fanden sich ausser Thonpartikeln auch Quarzkörner. Hiernach ist ersichtlich, dass die Eluvialprocesse, von denen oben die Rede gewesen ist, zu der Bildung der Thone haben führen müssen, innerhalb deren gegenwärtig der Calcit vom Čelebi-journ-beli lagert.

XXXV. Beiträge zur krystallographischen Kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon¹⁾.

Von

Aurel Liffa in Budapest.

(Hierzu Taf. XVIII.)

Das ungarische Nationalmuseum gelangte in neuerer Zeit in den Besitz mehrerer Chrysoberylls von Ceylon, die sowohl durch ihre vorzügliche Beschaffenheit, als auch durch den ausserordentlich schönen Glanz ihrer Flächen verdienen, zum Gegenstande eingehenden Studiums gemacht zu werden. Herr Prof. Dr. J. A. Krenner hatte die Freundlichkeit, mit der krystallographischen Untersuchung dieses werthvollen Materials mich zu betrauen, über deren Ergebnisse ich in Folgendem berichte.

Mit ausschliesslich Ceyloner Chrysoberyllen befassten sich bisher nur vier Forscher: Bauer²⁾, dessen einziger Krystall trotz seiner abgeriebenen Ecken und Kanten zur krystallographischen Untersuchung doch geeignet war; G. Melcher³⁾, der nebst Exemplaren von Brasilien und Takowaja auch solche von Ceylon beschrieb; und endlich Goldschmidt und Preiswerk⁴⁾, die ebenfalls nur einen herzförmigen Zwillingkrystall beschrieben haben. Uebrigens wurde die Geschichte des Chrysoberylls und die diesbezügliche Literatur, die der Seltenheit des Minerals halber nicht sehr gross ist, zum Theil von G. Melcher l. c. zusammengestellt.

Die Zahl der von mir untersuchten Krystalle beträgt fünf, davon sind drei einfache und zwei Zwillinge, sie übertreffen aber vielleicht das gesammte Material von Ceylon an Vollkommenheit.

Diese Krystalle sind, wie der grösste Theil der von Ceylon bisher beschriebenen Chrysoberylls, schwefelgelb; ihre Grösse schwankt zwischen

1) Aus dem »Természetráji Füzetek« 4902, 25 vom Verf. mitgetheilt.

2) N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1897, 2, 406. Ref. diese Zeitschr. 31, 621.

3) Diese Zeitschr. 33, 240 und Mathem. és természettud. értesítő 18, 305.

4) Diese Zeitschr. 33, 455.

0,5—0,8 cm (Taf. XVIII, Fig. 2, 5, 6), doch sind tafelförmige, respective prismatische Individuen vorhanden, die grösser als 1,0 cm sind (Fig. 1, 3). Ihre Breite, wie ihre Dicke beträgt 0,3—0,5 cm.

Die Flächen zeigen meistens Diamantglanz und geben überaus scharfe Reflexe. Hier und da kommen wohl Flächen vor, wie dies auch Bauer's Untersuchungen erwiesen, die abgerieben sind und demzufolge einen von den vorherigen abweichenden Fettglanz besitzen. Trotzdem bieten sie aber noch immerhin ziemlich scharf abgegrenzte Reflexe. Dies war hauptsächlich auf mancher, der Zone des Brachydomas angehörigen Fläche zu beobachten, nur höchst selten unter den Pyramiden.

Am schönsten glänzen die Flächen der Prismenzone; Ausnahme bilden nur die von $a\{100\}$, an anderen Exemplaren die von $b\{010\}$, welche beide Pinakoide, wie ja beim Chrysoberyll allgemein bekannt, parallel mit der Zone des Prismas gerieft zu sein pflegen. Diese Riefung ist auf den einfachen Krystallen seltener, auf den Zwilligen aber, auf denen überdies manchmal auch die Flächen der Prismenzone mit der Verticalaxe parallel fein gerieft sind, häufig.

Von den an dem Chrysoberyll bisher beobachteten 34 Formen¹⁾, in die auch das Doma $q\{031\}$, das bisher nur als Zwillingssebene bekannt, eingerechnet ist, fand ich an den von mir untersuchten Exemplaren von Ceylon folgende:

Pinakoide:	$a\{100\} \infty \bar{P}\infty$	Pyramiden:	$o\{111\} P$
	$b\{010\} \infty \bar{P}\infty$		$n\{121\} 2\bar{P}2$
	$c\{001\} 0P$		$*\pi\{131\} 3\bar{P}3$
Prismen:	$l\{210\} \infty \bar{P}2$		$*\eta\{113\} \frac{1}{2}P$
	$m\{110\} \infty P$		$w\{122\} \bar{P}2$
	$s\{120\} \infty \bar{P}2$		$*\tau\{277\} \bar{P}\frac{7}{2}$
	$r\{130\} \infty \bar{P}3$		$*Q\{142\} 2\bar{P}4$
	$q\{140\} \infty \bar{P}4$		$*\psi\{11.20.20\} \bar{P}\frac{2}{1}\frac{0}{1}$
Brachydomen:	$i\{011\} \bar{P}\infty$		$*\omega\{7.10.8\} \frac{5}{4}\bar{P}\frac{1}{7}0$
	$k\{021\} 2\bar{P}\infty$		$*\varphi\{1.18.9\} 2\bar{P}18$
Makrodoma:	$x\{104\} \bar{P}\infty$		

Aus dieser Reihe geht hervor, dass unter den in neuerer Zeit von G. Melzer²⁾ und Goldschmidt und Preiswerk³⁾ entdeckten Formen $l\{210\}$, $q\{140\}$ und $\{142\}$ ebenfalls vorhanden sind. Letztere Form bezeichnete Goldschmidt mit q , da diesen Buchstaben G. Melzer jedoch schon für die Bezeichnung der Form $\{140\}$ gebrauchte und ich mich sowohl

1) V. Goldschmidt, Index der Krystallformen d. Mineral. 1886, 441 und diese Zeitschr. 33, 455.

2) l. c.

3) l. c.

in der Aufstellung, als auch der Bezeichnung an das Handbuch Dana's¹⁾ hielt, bezeichne ich diese Form Goldschmidt's, um Irrthümern auszuweichen, mit *Q*. Die mit * bezeichneten sind überhaupt neue Formen des Chrysoberylls, die beiden letzten sind jedoch, da sie nur einmal vorhanden und mangelhaft ausgebildet, weniger sicher. Die Zahl der Formen ist somit, die beiden letzten nicht gerechnet, auf 35 gestiegen.

Jeder einzelne Krystall des untersuchten Materials besitzt einen anderen Charakter, so dass die einfachen sowohl, als auch die Zwillinge je einem anderen Typus entsprechen.

Der erste Krystall (Fig. 4) ist durch die vorwiegende Entwicklung des Brachypinakoids $b\{040\}$, nach welchem er tafelförmig ist, charakterisirt; überdies zeigt sich eine durch die mit dem Prisma $r\{130\}$ wiederholt abwechselnde Ausbildung dieses Pinakoids hervorgerufene Riefung. Das Makropinakoid $a\{100\}$ erscheint nur als schmaler Streifen, ist jedoch ebenso, wie das vorherige, sehr glänzend und zeigt keine Spur von Riefung. Das basische Pinakoid $c\{001\}$ ist zwar grösser, ebenfalls ungerieft, aber weniger glänzend. Die Prismenflächen stehen als schmale, sehr glänzende Streifen dicht aneinander, unter denselben kommen auch die von G. Melczer entdeckten Prismen $s\{210\}$ und $q\{140\}$ vor.

Unter den Domen sind zumeist $i\{011\}$ und $k\{021\}$ mit etwas rauhen Flächen entwickelt. Das Makrodoma $x\{101\}$ sammt den zur selben Zone gehörigen Pyramiden $o\{111\}$ und $n\{121\}$ ist, abweichend von G. Melczer's Beobachtungen, von starkem Glanze und scharfem Reflexe.

An diesem Krystalle ist ausser den erwähnten Formen in den Zonen $[111, 010]$ und $[021, \bar{1}11]$ eine, scharfe Reflexe bietende Pyramidenfläche vorhanden, deren Kanten etwas abgerieben sind. Ihr Index konnte, da sie in zwei Zonen messbar war, direct aus dem Zonenverhältnisse bestimmt werden. Diese Form, deren Symbol

$$\pi\{131\}$$

ist, erwies sich für den Chrysoberyll als neue; ich erhielt für dieselbe folgende Winkelwerthe:

	Gemessen:	Berechnet:
$(131): (101) =$	$47^{\circ} 39\frac{1}{2}'$	$47^{\circ} 40' 58''$
$(131): (111)$	$27\ 33\frac{1}{4}$	$27\ 34\ 28$
$(131): (\bar{1}11)$	$83\ 2$	$83\ 0\ 26$

Der Grösse nach geordnet sind die beobachteten Formen folgende:

$$b\ k\ i\ s\ r\ o\ x\ c\ n\ \pi\ m\ l\ q\ a.$$

Den zweiten Krystall (Fig. 2) charakterisirt die kräftige Ausbildung des Brachypinakoids $b\{040\}$ und Brachydomas $i\{011\}$; nach letzterer Form

1) E. S. Dana, System of Mineralogy 1892, p. 229.

erscheint er gedehnt und prismatisch ausgebildet. Bisher war ein ähnlicher Chrysoberyll nicht nur von Ceylon, sondern auch von anderen Fundorten nicht bekannt.

Als gut reflectirende, glänzende Flächen treten hervor: die Pyramide $o\{111\}$ und die Prismen $r\{130\}$, $s\{120\}$. Weniger gut ist das Prisma $m\{110\}$ und das Makropinakoid $a\{100\}$, welch' letzteres der Verticalaxe parallel fein gerieft ist; schwächer ist die Riefung auf dem Brachypinakoid $b\{010\}$. Die Flächen des Brachydomas $i\{011\}$ sind dermassen abgewetzt, dass ihre Reflexe kaum in Betracht gezogen werden können. Das basische Pinakoid $c\{001\}$ und das an dem vorhergehendem Krystalle vorhandene Makrodoma $x\{101\}$ konnte ich an diesem Exemplare nicht beobachten.

Der Krystall ist der Grösse nach aus folgenden Formen aufgebaut:

$$b \ i \ a \ o \ r \ s \ m.$$

Der dritte Krystall (Fig. 3) weicht durch seine gedrungen prismatische Form von den bisherigen, tafelförmig resp. domatisch ausgebildeten ab und wird durch die kräftig entwickelte Zone der Prismen und die der Brachydomen, überdies durch die augenfällige Grösse des basischen Pinakoids $c\{001\}$ charakterisirt.

Am glänzendsten sind die Flächen der Prismenzone, das Makrodoma $x\{101\}$ und die Pyramiden $o\{111\}$, $n\{121\}$, $Q\{142\}$, während die Zone der Brachydomen, mit Ausnahme des Brachypinakoids $b\{010\}$, rauh ist. Am stärksten ist dies auf $k\{021\}$, weniger auf $i\{011\}$, am mindesten auf $c\{001\}$ zu beobachten. Diese Flächen ergeben aber trotzdem, obzwar schwächere, aber immerhin scharf begrenzte Reflexe.

Am breitesten ist das Brachypinakoid $b\{010\}$, das aber in Folge seiner mit der Verticalaxe parallel laufenden Riefung keine guten Reflexe giebt. Auf dem Makropinakoid $a\{100\}$ hingegen zeigt sich, von den bisherigen abweichend, nicht die Spur einer Riefung. Dasselbe tritt mit den Prismenflächen $s\{120\}$ und $m\{110\}$ in ziemlich gleicher Breite auf, während $r\{130\}$ am schmalsten ist.

Die Formen dieses Krystalles sind, ihrer Grösse nach geordnet, folgende:

$$b \ o \ s \ n \ m \ i \ c \ r \ k \ x \ Q \ \tau.$$

Letztere ist eine neue Form des Chrysoberylls. Die Pyramidenfläche $Q\{142\}$, die ich in den Zonen $[120, \bar{1}11]$ und $[\bar{1}00, \bar{1}21]$ als glänzenden dünnen Streifen dreimal beobachtete, hat auch Goldschmidt¹⁾ an seinem Exemplare von Ceylon vorgefunden, ich vertauschte nur aus dem bereits erwähnten Grunde das Zeichen. Die Werthe Goldschmidt's stimmen mit den meinigen, wie der Vergleich zeigt, gut überein:

1) l. c.

	Gemessen:	Berechnet:
Goldschmidt: (142):(100) =	67° 38'	68° 3'
Liffa: (142):(100)	68 4½	68 3 49"

Die Pyramide τ {277} war als ein dünner, lebhaft reflectirender Streifen nur in der Zone [111, 011] messbar, weshalb ich den diesbezüglichen Index mit einem Controlfehler von 0° 3' 41" nur mittelst der Tautozonalitätsformel zu berechnen vermochte. Eigentlich war diese Form dreimal zu beobachten, doch an zwei Stellen war sie dermassen rauh, dass ihre Reflexe bloss annähernde Werthe ergaben.

Für diese Form erhielt ich folgende Winkelwerthe:

	Gemessen:	Berechnet:
(277):(011) =	46° 54'	47° 4' 44"
(277):(111)	29 56½	29 52 49
(277):(100)	73 2	72 58 49

Ausser den aufgezählten Formen waren mit schmalen, schlecht reflectirenden Flächen auch noch einige andere Formen vorhanden. So in der Zone [142, 111] eine schmale Pyramidenfläche, die aber einen so schwachen und blassen Reflex ergiebt, dass der Winkel nicht genau bestimmt werden konnte. Das den gemessenen Winkeln nächststehende Symbol ist {7.10.8}.

Eine zweite, etwas glänzendere, kleine Fläche beobachtete ich in der Zone [142, 021], deren Symbol annähernd {4.18.9} ist. Beide Formen reihte ich, in Folge der grossen Differenz zwischen gemessenen und berechneten Winkelwerthen, unter die weniger sicheren. Es ergaben sich nämlich folgende Resultate:

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(4.18.9) =	84° 40¼'	84° 54' 7"
(120):(7.10.8)	400 35	400 4 59

Dieser Krystall ist der grösste und zugleich unter den einfachen der an Flächen reichste, trotzdem die Flächen nur an einem Ende ausgebildet sind.

Fassen wir nun die, an diesen drei von einander abweichenden, je einen anderen Charakter aufweisenden, einfachen Krystallen angestellten Beobachtungen zusammen, so ergeben sich als gemeinsamer Charakter die rauhen Brachydomen und die überaus glänzenden Prismen.

Um die gegenseitige Neigung der Formen an den besprochenen einfachen Krystallen und den noch zu beschreibenden Zwillingen übersichtlich zu machen, gebe ich in folgender Tabelle die gemessenen Winkelwerthe, indem ich denselben die berechneten gegenüber stellte. Grundwerthe der Berechnung sind:

$$\begin{aligned}(111):(\bar{1}\bar{1}1) &= 93^\circ 49' \\ (111):(1\bar{1}1) &= 40^\circ 43'\end{aligned}$$

Daraus ergab sich folgendes Axenverhältniss:

$$a:b:c = 0,47078:1:0,58235$$

das mit jenem von G. Melczer¹⁾ vollkommen übereinstimmt.

Gemessene Winkel		Gemessen	Kr. ²⁾	n_1 ³⁾	n_2 ⁴⁾	$\pm d$	Berechnet
$a : x$	(100) : (101)	38° 58 $\frac{1}{4}$ '	2	9	4	4 $\frac{1}{4}$ '	38° 57' 10"
o	: (111)	43 5 $\frac{1}{4}$	2	12	3	4 $\frac{1}{2}$	43 5 30
l	: (210)	43 8 $\frac{1}{2}$	1	4	1	—	43 44 44
m	: (110)	25 43 $\frac{1}{2}$	2	5	2	2 $\frac{1}{2}$	25 42 36
s	: (120)	43 15 $\frac{1}{2}$	3	6	2	4 $\frac{1}{4}$	43 16 33
r	: (130)	54 44 $\frac{1}{2}$	4	5	3	2	54 44 39
q	: (140)	62 2 $\frac{1}{2}$	1	2	1	$\frac{1}{2}$	62 1 43
b	: (010)	90 2 $\frac{1}{2}$	3	2	5	1	90 0 0
$b : k$	(010) : (021)	40 39	4	4	2	1	40 38 58
i	: (011)	59 47 $\frac{1}{2}$	5	6	—	4 $\frac{1}{4}$	59 47 9
e	: (001)	90 0	2	2	3	2	90 0 0
$x : o$	(101) : (111)	20 6 $\frac{1}{4}$	4	16	8	4 $\frac{3}{4}$	20 6 30
n	: (121)	36 44 $\frac{3}{4}$	4	12	4	4 $\frac{3}{4}$	36 42 44
b	: (010)	89 59 $\frac{3}{4}$	4	8	2	2 $\frac{1}{2}$	90 0 0
c	: (001)	51 2 $\frac{1}{4}$	2	6	—	4 $\frac{1}{4}$	51 2 50
$w : i$	(122) : (011)	28 5 $\frac{1}{2}$	1	2	—	$\frac{1}{2}$	28 7 23
o	: (111)	48 48 $\frac{1}{4}$	1	2	—	4 $\frac{1}{4}$	48 47 7
$\pi : b$	(131) : (010)	42 20 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	42 19 2
k	: (021)	33 42	1	1	—	—	33 42 14
$Q : Q$	(142) : (142)	43 58 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	43 53 22
n	: (121)	46 56	1	3	—	3 $\frac{1}{4}$	46 55 2
o	: (111)	29 26 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	29 21 26
k	: (021)	21 57 $\frac{1}{4}$	1	3	—	2 $\frac{3}{4}$	21 56 41
s	: (120)	77 45 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	77 51 37
a	: (100)	68 4 $\frac{1}{4}$	1	2	—	2 $\frac{3}{4}$	68 3 19
$\eta : o$	(113) : (111)	29 22 $\frac{3}{4}$	1	2	—	4 $\frac{1}{4}$	29 19 3
x	: (101)	30 22	1	1	—	—	30 14 52
o	: (111)	70 53 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	71 5 57
η	: (113)	48 54	1	1	—	—	49 0 0
$\tau : o$	(277) : (111)	63 48 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	63 52 30
a	: (100)	106 54	1	1	—	—	107 4 44
$\psi : a$	(11.20.20) : (100)	59 33 $\frac{3}{4}$	1	2	—	4 $\frac{3}{4}$	59 32 52
o	: (111)	46 25 $\frac{3}{4}$	1	2	—	4 $\frac{1}{4}$	46 27 22
i	: (011)	30 27 $\frac{1}{4}$	1	2	—	4 $\frac{3}{4}$	30 27 8
ψ	: (11.20.20)	60 54 $\frac{1}{2}$	1	1	—	—	60 54 16
$w : o$	(7.10.8) : (111)	6 37 ca.	1	1	—	—	7 1 57
Q	: (142)	22 49 $\frac{1}{2}$ ca.	1	1	—	—	22 49 29
a	: (100)	49 42 $\frac{1}{4}$ ca.	1	1	—	—	50 7 27
$\varphi : Q$	(1.18.9) : (142)	46 39 ca.	1	1	—	—	46 49 31
n	: (121)	33 32 ca.	1	1	—	—	33 45 50
k	: (021)	5 21 ca.	1	1	—	—	5 7 10

1) l. c.

2) Kr. = Zahl der Krystalle, an welchen die Winkel gemessen wurden.

3) n_1 = Zahl der bei der Bildung der arithmetischen Mittelwerthe in Betracht gezogenen Kantenwinkel.

4) n_2 = Zahl der bei der Bildung der arithmetischen Mittelwerthe nicht in Betracht genommenen Kantenwinkel.

Das Schwanken der Grenzwerte bei den gemessenen Winkeln ist, wie das aus den in Rubrik $\pm d$ angeführten arithmetischen Mitteln der Mittelwerthdifferenzen der gemessenen Winkel ersichtlich ist, nicht gross.

Die noch zu besprechenden Zwillingsskrystalle verdienen schon deshalb Interesse, da ähnliche Exemplare von Ceylon noch nicht bekannt sind. G. Melczer stellt in seiner Mittheilung zwar einige Zwillinge dar, die aber, wie wir sehen werden, hinter den hier zu beschreibenden weit zurückstehen. Zufolge ihrer vollkommenen Ausbildung und ihres Flächenreichthumes stehen sie den von Sanarka (Gouvern. Orenburg) beschriebenen, schön schwefelgelben Krystallen Kokscharow's¹⁾ am nächsten, nur sind sie nicht zweifache, herzförmige, sondern vier- resp. fünffache Viellinge.

Der Krystall Nr. 4 (Fig. 5 mit vertical aufgestellter Zwillingsebene) besitzt eine durch Verwachsung von vier Individuen entstandene X-Form. Er wird durch die herrschende Entwicklung des den vier Individuen gemeinsamen Makropinakoids $a\{100\}$ charakterisirt, nach welchem der Krystall tafelförmig ausgebildet ist. Das Makropinakoid $a\{100\}$, wie auch das Brachypinakoid $b\{010\}$, ist parallel der Verticalaxe gerieft, so dass beide eine ganze Reihe von Reflexen liefern. Am meisten gerieft sind die Prismenflächen $m\{110\}$ und $s\{120\}$.

Die grössten und zugleich die schärfsten Reflexe gebenden Flächen sind die von $o\{111\}$, die an der Zwillingsgrenze durch ebenfalls ausgezeichnet spiegelnde $n\{121\}$ -Flächen unterbrochen sind. Letztere sind stellenweise ausgebrochen und die Bruchflächen parallel mit den Polkanten der Pyramiden gerieft. Sehr gut reflectirende Flächen sind ferner die der Domen $x\{101\}$, $i\{011\}$ und $k\{021\}$, die, mit Ausnahme der an die Zwillingsgrenze anstossenden Flächen $o:o$ und $n:n$, an beiden Enden des Krystalles beinahe in gleichem Maasse entwickelt sind.

Die den Krystall bildenden Formen sind ihrer Grösse nach aufgezählt folgende:

$$a \ b \ o \ n \ m \ s \ i \ k \ x \ \eta.$$

Letztere, in den Zonen $[\overline{1}\overline{1}1, 101]$ und $[\overline{1}11, \overline{1}\overline{1}\overline{1}]$ liegende, ist am Chrysoberyll vollkommen neu. Sie kommt an diesem Krystalle insgesamt achtmal vor, und zwar an zwei Individuen mit je drei, an einem dritten mit zwei Flächen.

Für diese Form fand ich, ausser den angeführten, noch folgenden Winkelwerth:

Gemessen:	Berechnet:
$(113):(\overline{1}\overline{1}1) = 78^\circ 12\frac{1}{2}'$	$78^\circ 19' 3''$

Wie aus den verglichenen Winkelwerthen hervorgeht, erwies sich dieselbe überall als eine sehr glänzende und überaus gut reflectirende Fläche.

¹⁾ N. v. Kokscharow, Materialien zur Min. Russlands 5, 113.

Eine Verwachsung von ähnlicher Form beobachtete Cathrein¹⁾ an mehreren Alexandriten von Takowaja. Er bezeichnet dieselben als Penetrationszwillinge, wofür er als Beweis den Umstand anführt, dass die Prismenflächen des einen Individuums an beiden Enden vorne und hinten weit vor das andere übergreifen. Als Folge dieses übergreifenden Fortwachsens hält er jene auf dem vorspringenden Individuum auftretende Rinne, in welche das andere Individuum mit seinen Prismenflächen unter einem Winkel von 60° hineinragt.

An dem von mir untersuchten Krystalle ist weder das übergreifende Fortwachsen, noch die Rinne zu beobachten, da sich die Individuen, wie auf der Abbildung ersichtlich, gleichmässig in der Mitte treffen und durch eine scharfe Zwillingснаht getrennt sind. Ueberdies weicht dieser Ceyloner Zwilling von Cathrein's Takowajaer Zwillingsskrystallen durch die grosse Anzahl und den ausgezeichneten Glanz seiner Flächen, wie auch die symmetrische Anordnung seiner Individuen ab.

Der fünfte Krystall (Fig. 6) besteht ursprünglich aus fünf, annähernd gleich grossen, rings herum angeordneten Individuen und hat grosse Aehnlichkeit mit Kokscharow's²⁾ sternförmigem Alexandrit aus Takowaja. Während dieser jedoch vollkommen die Form einer hexagonalen Pyramide besitzt, kann das vom vorliegenden Krystalle zufolge des Vorhandenseins der Brachydomen $i\{011\}$ und $k\{021\}$ nicht behauptet werden. Als wesentlicher Unterschied tritt ausser den erwähnten Formen noch das basische Pinakoid $c\{001\}$ hervor, welches an Kokscharow's Exemplaren von Takowaja fehlt.

Als herrschende Form tritt auch hier das gemeinsame Makropinakoid $a\{100\}$ auf, das zufolge seiner mit der Verticalaxe parallelen Riefung eine ganze Reihe von Bildern reflectirte. Viel grössere, jedoch die Messung nicht im Geringsten störende Riefen (3—4 an der Zahl) weist manches Makrodoma $x\{101\}$ auf. Die Riefen sind, wie aus der goniometrischen Untersuchung hervorging, durch die mit der Pyramide $o\{111\}$ combinirte abwechselnde Wiederholung entstanden. Die übrigen Flächen geben ausnahmslos sehr scharfe Reflexe. Unter denselben sind die der Pyramide $o\{111\}$ und des Makrodomas $x\{101\}$ an erster Stelle zu nennen, die beinahe in gleichem Maasse zur Ausbildung gelangten. Beinahe an jedem Individuum tritt als schmaler, aber scharf reflectirender Streifen die Pyramide $n\{121\}$ auf, während $w\{122\}$ mit je einer Fläche nur an zwei Individuen vorhanden ist. Ueberaus scharfe Reflexe liefert hier im Gegensatze zu den einfachen Krystallen auch die Zone der Brachydomen mit den Flächen $c\{001\}$,

1) Diese Zeitschr. 6, 257.

2) N. v. Kokscharow, Materialien z. Min. Russlands (Atlas) Taf. LXIII, Fig. 4. Ebenda 4, 57.

$i\{044\}$ und $k\{024\}$, die an drei Individuen herrschend, an einem jedoch untergeordnet ausgebildet sind.

Die Reihenfolge der Formen nach deren Grösse ist:

$$a \ o \ x \ k \ i \ c \ b \ w \ n \ \psi,$$

worunter die letztere, welche an einem Individuum als schmaler, ziemlich gute Reflexe gebender Streifen zweimal zu beobachten war, neu ist. Sie liegt sehr nahe der Pyramide $w\{122\}$; werden jedoch die in Dana's¹⁾ Handbuch enthaltenen Werthe der gegenseitigen Neigung von $w\{122\}$ zu $o\{111\}$ mit der von $\psi\{11.20.20\}$ zu $o\{111\}$ verglichen:

$$\begin{aligned} (122) : (111) &= 18^{\circ} 46' 30'' \\ (11.20.20) : (111) &= 16 \ 26 \ 45, \end{aligned}$$

so geht daraus hervor, dass die Neigung dieser neuen Form zu $o\{111\}$, wie das auch aus der Projection (Fig. 4) ersichtlich ist, um $2^{\circ} 20' 45''$ von der Neigung von $w\{122\}$ zu derselben Form abweicht. In der Fig. 6 wurde diese Form ihrer hohen Indices wegen nicht dargestellt.

Cathrein²⁾ beschreibt auch einen Drilling des Alexandrites von Takowaja, den er für die Wiederholung der durch Juxtaposition entstandenen, herzförmigen Zwillingbildung hält, der aber auch die Rinne der durch Penetration entstandenen Zwillinge aufweist. Diese Rinne konnte ich hier ebensowenig beobachten, wie im vorigen Falle.

Betrachten wir nunmehr das Zwillingsgesetz der beiden letzteren Krystalle, so taucht die Frage auf, ob dieselben Juxtapositions- oder Penetrationszwillinge sind. Für die Lösung der Frage war der vorhergehende Krystall (Fig. 5) sehr geeignet, indem an demselben ausser den, der Zwillingsgrenze zunächst liegenden Zwillingswinkeln auch noch andere einspringende Winkel messbar waren, welche für das Zwillingsgesetz jeden Zweifel ausschliessend und entscheidend sind.

Diese Zwillingswinkel werden von den Flächen b, o, n, x der Individuen I und V, beziehungsweise II und IV gebildet, die im Falle einer Penetration an beiden Seiten von gleicher Grösse sein müssten. Nachdem aber diese Zwillingswinkel, wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich, an den beiden Seiten verschieden sind,

	Gemessen:	Berechnet:
$n_{II} : n_{IV}' = (124) : (\underline{121})$	$= 16^{\circ} 12'$	$15^{\circ} 55' 34''$
$n_I' : n_V = (1\bar{2}4) : (\underline{121})$	$17 \ 24\frac{1}{2}$	$17 \ 47 \ 12$
$o_{II} : o_{IV}' = (111) : (\underline{111})$	$39 \ 47\frac{3}{4}$	$39 \ 10 \ 44$
$o_I' : o_V = (\bar{1}\bar{1}1) : (\underline{111})$	$40 \ 34\frac{1}{2}$	$40 \ 44 \ 8$
$b_{II} : b_{IV}' = (010) : (\underline{010})$	$60 \ 45 \text{ ca.}$	$60 \ 48 \ 8$

1) l. c.

2) Diese Zeitschr. 6, 264.

	Gemessen:	Berechnet:
$b_I' : b_V = (0\bar{1}0) : (010)$	$= 58^\circ 39' \text{ ca.}$	$58^\circ 23' 44''$
$x_{II} : x_{IV} = (101) : (\bar{1}01)$	—	$65^\circ 40' 20''$
$x_I : x_V = (101) : (\bar{1}01)$	$66^\circ 37'$	$66^\circ 34' 40''$

ist der Krystall offenbar ein Juxtapositionszwilling. Dies wird ausserdem noch durch die Thatsache erhärtet, dass das gemeinsame Makropinakoid $\alpha\{100\}$ mit den Flächen $[xx]$ des Makrodomas zweier gegenüberliegender Individuen nicht eine Zone bildet, was in dem Falle einer Penetration sich unbedingt zeigen müsste.

Zu einem vollkommen gleichen Resultate, wie der eben besprochene, führte bezüglich des Zwillinggesetzes auch der letzte Krystall (Fig. 6), indem an demselben die Flächenpaare $o : o$ nur einspringende Winkel bilden, während dieselben bei Penetration vier einspringende und zwei ausspringende Winkel ergeben müssten. Die Vertheilung dieser Winkel wäre nämlich im letzteren Falle folgende: zwei gleich grosse einspringende, ein ausspringender; abermals zwei gleich grosse einspringende und wieder ein ausspringender. Im Falle der Juxtaposition hingegen ergeben die Flächenpaare $o : o$ fünf nach einander folgende einspringende Winkel von gleicher Grösse und nur einen, aber bedeutend grösseren ausspringenden.

Letzterer Fall ist an meinem Krystalle zu beobachten, wo die Flächenpaare $o : o$ dreimal nach einander gleich grosse einspringende Winkel bilden. Würde es sich aber um eine Penetration handeln, so müsste unter drei auf einander folgenden Winkeln, nach welcher Richtung immer wir auch dieselben untersuchen, stets ein ausspringender vorkommen.

Ein weiterer Beweis dafür liegt in der Thatsache, dass die Flächenpaare $o : o$ zweier gegenüber liegender Individuen, ähnlich dem vorher geschilderten Krystalle, auf der einen Seite einen grösseren, an der anderen hingegen einen kleineren Winkel einschliessen. Schliesslich spricht für eine Juxtaposition auch jene Beobachtung, dass die Flächen xx von zwei einander gegenüber befindlichen Individuen mit dem gemeinsamen Makropinakoid $\alpha\{100\}$ nicht in eine Zone fallen.

Nachdem den obigen Thatsachen entsprechend die Flächenpaare $o : o$ mit Cathrein's und Melczer's Beobachtungen übereinstimmend nirgends in einer Ebene liegen, kann die Zwillingsebene nicht $i\{011\}$, sondern, wie dies auch aus der Berechnung resultirt, nur $q\{031\} 3\bar{P}\infty$ sein.

Es ergibt sich also aus obigen Erörterungen, dass die Chrysoberyllviellinge von Ceylon, wie dies Melczer in Ermangelung anderer Daten nur aus der Richtung der Zwillingseriefung auf dem Makropinakoid $\alpha\{100\}$ zu schliessen vermochte, Juxtapositionszwillinge nach dem Brachydoma $q\{031\}$ sind.

Für die einspringenden Winkel fand ich ausser den bereits angegebenen noch folgende Werthe:

	Gemessen:	Berechnet:
$n : \bar{n}' = (121) : (\bar{1}\bar{2}\bar{1}) =$	$30^0 54\frac{1}{2}'$	$30^0 42' 30''$
$o : \bar{o}' = (111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$0 34\frac{1}{4}$	$0 34 0$
$i : \bar{i}' = (011) : (\bar{0}\bar{1}\bar{1})$	$0 48\frac{1}{2}$	$0 49 46$
$i : \bar{k}' = (011) : (\bar{0}\bar{2}\bar{1})$	$49 54\frac{1}{2}$	$49 57 49$
$e : \bar{k}' = (001) : (\bar{0}\bar{2}\bar{1})$	$40 45$	$40 44 45$
$e : \bar{i}' = (001) : (\bar{0}\bar{1}\bar{1})$	$29 22$	$29 23 5$
$k : \bar{k}' = (021) : (\bar{0}\bar{2}\bar{1})$	$38 35\frac{1}{2}$	$39 5 48$

Wenn ich zum Schlusse noch erwähne, dass ich die Construction der Zwillingskrystalle nach der Darstellungsmethode von S. Jolles¹⁾, die sich sehr gut bewährte, bei einer Drehung von 40^0 und Kippung von ebenfalls 40^0 vollführte, erübrigt mir nur noch die angenehme Pflicht, Herrn Dr. A. v. Semsey für das kostbare Material, dessen einen Theil er dem ungarischen Nationalmuseum schenkte, und Herrn Prof. Dr. J. A. Krenner, meinem verehrten gewesenen Chef, für die allbekannte Freundlichkeit, mit welcher er mir dasselbe zum Studium überliess und mich mit seinen kostbaren Rathschlägen in meiner Arbeit unterstützte, meinen besten Dank auszudrücken.

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der königl.
ung. Universität in Budapest.)

1) S. Jolles, Orthogonale Projection krystallographischer Axensysteme. Diese Zeitschr. 1893, 22, 4.

XXXVI. Auszüge.

1. D. Tommasi (in ?): Bemerkung zu der Mittheilung von Tommasina über die Krystallisation bei elektrischem Transporte gewisser Metalle in destillirtem Wasser (Comptes rendus 1900, 130, 565).

Verf. bemerkt, dass er schon in einer Mittheilung vom Jahre 1882 mitgetheilt habe, dass gewisse Metalle krystallisirte Niederschläge gäben, wenn sie als Anoden in destillirtem Wasser verwendet würden. So findet sich in der Krümmung einer U-Röhre, welche mit destillirtem Wasser gefüllt, in welches eine Silberanode und eine Kupferkathode taucht, nach 18 Stunden ein Gemisch von Silberoxyd und metallischem Silber in Krystallform.

Th. Tommasina (in ?): Erwiderung auf obige Mittheilung von Tommasi (Ebenda 718).

Verf. bemerkt, dass die Versuche von Tommasi mit den von ihm (Tommasina) mitgetheilten (vgl. diese Zeitschr. 36, 284) in keiner Beziehung ständen.

Ref.: J. Beckenkamp.

2. H. W. Bakhuis Roozeboom (in Amsterdam): Eisen und Stahl vom Standpunkte der Phasenlehre (Zeitschr. f. physik. Chemie 1900, 33, 453—476).

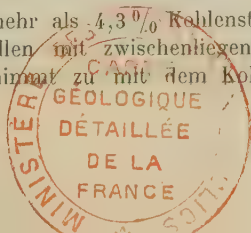
Verf. versucht auf Grund eigener und fremder Untersuchungen die Anschauungen über die verschiedenen Zustände des Eisens zu einem einheitlichen Ganzen zu vereinigen.

I. Erstarrung flüssiger Gemische von Eisen und Kohlenstoff. Unterhalb 1130° zeigen nach vollendeter Erstarrung aus dem flüssigen Zustande Mischungen von Eisen und Kohlenstoff folgendes Verhalten:

1) Alle Mischungen von 0 bis 2,0% Kohlenstoff bilden homogene Mischkrystalle.

2) Bei Mischungen von 2 bis 4,3% Kohlenstoff bekommt man ein Gerüst von den zuerst abgesetzten Mischkrystallen mit 2% Kohlenstoff, zwischen welchen sich das »eutektische Conglomerat« befindet, bestehend aus etwa 97,7% Martensit-Mischkrystallen mit 2% Kohlenstoff und aus 2,3% Graphit. Die Menge des eutektischen Conglomerates nimmt mit zunehmendem Kohlenstoffgehalte zu.

3) Bei Mischungen mit mehr als 4,3% Kohlenstoff bekommt man dagegen ein Gerüst von Graphitkrystallen mit zwischenliegendem eutektischem Conglomerate. Der freie Graphit nimmt zu mit dem Kohlenstoffgehalte der ganzen



Mischung, doch erreicht dieser, wenigstens bei langsamer Abkühlung, niemals einen grossen Werth, da der zuerst ausgeschiedene Graphit sich an der Oberfläche der noch flüssigen Mischung sammelt.

II. Umwandlungserscheinungen in den festen Gemischen mit mehr als 2% Kohlenstoff. Wenn wir die Mischkrystalle als feste Lösung betrachten, so können wir sagen, dass in Berührung mit einem Ueberschusse von Graphit die feste Lösung bei 1130° nicht mehr als 2% Kohlenstoff enthalte. Wenn das Conglomerat von Mischkrystallen + Graphit weiter abgekühlt wird, wird sich im Allgemeinen die Concentration der festen Lösung von Kohlenstoff und Eisen ändern. Verf. nimmt an, dass die Löslichkeit mit absteigender Temperatur abnimmt. Bei 1000° enthalten die Mischkrystalle nur 1,8% Kohlenstoff; bei Abkühlung von 1130° bis 1000° muss sich also Graphit ausscheiden. Es ist dies der als »Temperkohle« bezeichnete Kohlenstoff.

In den Conglomeraten tritt nach der Abkühlung bei etwa 1000° eine Umwandlung in die chemische Verbindung des Eisencarbids Fe_3C , des Cementits, ein. Alle Complexe von Mischkrystallen mit Graphit, welche weniger als 6,6% Kohlenstoff enthalten, haben nach vollendeter Carbidbildung noch einen Ueberschuss an Mischkrystallen, während bei grösserem ursprünglichem Kohlenstoffgehalte umgekehrt ein Ueberschuss von Graphit bleibt.

Wenn wir eine Mischung unter 1000° abkühlen, so geht der Martensit allmählich von 1,8% Kohlenstoff in 0,85% Kohlenstoffgehalt über unter gleichzeitiger Cementitbildung.

Bei 690° findet die letzte sicher bekannte Umwandlung statt, nämlich die totale Umwandlung des übrig gebliebenen Martensits von 0,85% Kohlenstoff in reines Eisen (Ferrit) + Cementit. Diese totale Umwandlung des Martensitrestes verändert dessen Krystalle in ein feines Conglomerat von Ferrit + Cementit, das als Structurelement Perlit genannt wird.

III. Umwandlungserscheinungen in den festen Gemischen mit weniger als 2% Kohlenstoff. Alle Mischungen mit weniger als 2% Kohlenstoff bilden sofort nach ihrer Erstarrung homogene Mischkrystalle. Je nach ihrer Zusammensetzung können sie bei langsamer Abkühlung eine oder mehrere Umwandlungen erleiden; doch können diese bei genügend rascher Abkühlung auch völlig ausbleiben. In dieser Weise wird das kohlenstoffhaltige Eisen gehärtet, und dadurch kann bei gewöhnlicher Temperatur der Kohlenstoff in demjenigen Zustande fixirt bleiben, den er bei höherer Temperatur in dem Metalle besass.

Bei den Mischkrystallen mit 0,85% bis 2,0% sinkt der Kohlenstoffgehalt bei der Abkühlung durch die fortschreitende Cementitabscheidung bis auf 0,85% bei 690°, und dann findet wie vorhin Perlitbildung statt.

Die Umwandlungen, welche Gemische mit 0 bis 0,85% Kohlenstoff erleiden, sind alle mit den Umwandlungen verknüpft, welche das reine Eisen selbst erleidet. Dieses bildet von der Erstarrungstemperatur an bis 890° die Modification, welche als γ -Eisen bezeichnet wird. Bei 890° findet unter Wärmeabgabe eine Umwandlung in β -Eisen statt; bei 770° geht dieses in α -Eisen über, das allein magnetisch ist und welches ebensowenig als die β -Form nennenswerthe Mengen Kohlenstoff zu lösen vermag. Ueber die Krystallform dieser drei Zustände ist nichts mit Sicherheit bekannt.

Wenn Mischungen zwischen 0,85% und 2,0% Kohlenstoff vorliegen, so scheidet sich über 770° β -Eisen aus den γ -Mischkrystallen ab, unter 770° bilden sich Conglomerate von α -Eisen mit γ -Mischkrystallen.

Der gehärtete Stahl enthält den Kohlenstoff vollständig im Zustande der Mischkrystalle.

Diese Schlüsse gehen von der Ansicht aus, dass die Löslichkeit von Kohle in β - und α -Eisen gleich Null sei. Verf. entwickelt dann noch kurz die Folgerungen aus der anderen Auffassung, dass auch das α - und β -Eisen etwas Kohlenstoff zu lösen im Stande seien.

Alle Schlüsse über die Molekulargrösse des im flüssigen und festen Zustande gelösten Kohlenstoffes hält Verf. für unsicher.

Ref.: J. Beckenkamp.

3. J. H. Adriani (in Amsterdam): **Erstarrungs- und Umwandlungserscheinungen in optischen Antipoden** (Inauguraldissertation Amsterdam, Zeitschr. f. physik. Chemie 1900, **33**, 453—476).

Bei der Entscheidung der Frage, ob ein *i*- (inactiver) Körper eine wirkliche Racemverbindung oder ein pseudoracemisches Gemisch sei, ist zunächst an die Krystallform zu denken. »Die Krystallform der Racemkörper wird gewiss oftmals sich deutlich unterscheiden von derjenigen der *d*- und *l*-Körper; man kann aber nicht behaupten, dass ein solcher Unterschied nothwendig sich zeigen muss. Vielmehr sind Beispiele bekannt, wo der *i*-Körper ein wirklicher Racemkörper ist, und dennoch krystallographisch dem *d*- und *l*-Körper sehr ähnlich sieht; dazu kommt noch, dass auch bei pseudoracemischen Mischkrystallen die Uebereinstimmung der Krystallform keineswegs eine vollkommene ist.« »Hieraus ist ersichtlich, wie leicht man Fehler machen kann, wenn man krystallographische Uebereinstimmung zwischen den activen und inactiven Formen als einziges Kriterium für Pseudoracemie hält.«

Wallach lenkte die Aufmerksamkeit darauf, die Dichte als ein solches Kriterium zu verwenden. Landolt bemerkt in dieser Hinsicht: »In denjenigen Fällen, wo die Dichte der Racemkörper grösser oder kleiner ist, als diejenige der activen Componenten, ist wohl mit Sicherheit anzunehmen, dass die ersteren wahre chemische Verbindungen darstellen. Würden sie blosse mechanische Gemenge sein, so wäre das gleiche Verhalten zu erwarten wie bei isomorphen Gemischen, deren Dichte sich bekanntlich als additive Eigenschaft erwiesen hat, d. h. es müsste, da die Dichte der beiden activen Isomeren die gleiche ist, auch diejenige des Racemkörpers damit übereinstimmen. Eine eingetretene Contraction oder Dilatation deutet dagegen auf chemische Verbindung.« Verf. ist dagegen der Ansicht, dass Dichtebestimmungen ebensowenig wie krystallographische Messungen »ohne weiteres eine sichere Entscheidung zwischen Racemie und Pseudoracemie möglich machen«.

Racemie von Körpern in geschmolzenem Zustande ist bis jetzt nicht nachgewiesen. Die Frage nach der Existenz racemischer Körper in Lösung hat man auf verschiedenem Wege zu entscheiden versucht. Fast alle Methoden ergaben, dass Racemkörper in Lösung nicht oder nur sehr wenig existenzfähig sind, dagegen hält Verf. die Annahme, dass in concentrirten Lösungen Racemkörper existenzfähig seien, für berechtigt.

Ueber die Frage nach der Existenzfähigkeit gasförmiger Racemkörper lässt sich zur Zeit noch nichts sagen.

Auch aus der Vergleichung der Schmelzpunkte der *d*- und *l*-Antipoden mit ihren *i*-Formen kann man keinen Aufschluss bekommen über die Natur der letzteren. Sichere Resultate erhält man nur durch das Studium der Schmelzcurven von Gemischen von 100% *d*- bis zu 100% *l*.

a) Eine continuirliche Schmelzcurve (geradlinig mit einem Maximum oder Minimum) deutet auf Mischkrystalle.

b) Zwei Curven, die einander bei der Zusammensetzung 50% d—50% l schneiden, deuten auf ein Conglomerat. Hier ist ein eutektischer Punkt vorhanden.

c) Drei Curven, d. h. zwei hinabsteigende Curven der Antipoden und eine Mittelcurve mit einem Maximum bei 50% d—50% l, deuten auf eine racemische Verbindung; hier hat man zwei eutektische Punkte.

Diese letzten Curven werden vom Verf. nachgewiesen beim Weinsäuredimethylester, beim Diacetylweinsäuredimethylester, bei der Mandelsäure, beim Kampheroxim, beim Carvoxim und beim Benzoltetrahydrochinaldin.

Kampheroxim ist über 112,6° regulär (α -Form), unterhalb dieser Temperatur doppelbrechend (β -Form). Der Uebergang der β -Form in die α -Form ist mit starker Volumzunahme verbunden.

Ref.: J. Beckenkamp.

4. C. Zeiss (opt. Werkst. in Jena): Ein neuer beweglicher Objecttisch (Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1900, 325—327).

Die Einrichtungen des neuen Objecttisches, bezüglich deren auf das Original verwiesen werden mag, ermöglichen es, die Lage des Präparates mit Rücksicht auf die Scalen der beiden Schlitten beliebig zu verändern. Man ist somit im Stande, den neuen beweglichen Objecttisch als »Finder« zu benutzen. Zu diesem Zwecke werden auf den Präparaten sogenannte absolute Merkzeichen angebracht, um auch beim Uebertragen des Tisches an ein anderes Stativ, oder unter Verwendung eines Tisches der gleichen Construction an anderem Orte die markirten Stellen jederzeit und ohne grosse Mühe wiederfinden zu können. Die absoluten Merkzeichen sind nichts anderes, als die Entfernungen der betreffenden Stellen von zwei zu einander senkrecht stehenden Kanten des Objectträgers, mit anderen Worten die Coordinaten eines bestimmten Ortes auf dem Objectträger, bezogen auf ein Coordinatensystem, dessen Anfangspunkt eine Ecke des Objectträgers ist. Ist man nun im Stande, an jedem Mikroskope, an dem sich der bewegliche Objecttisch anbringen lässt, dieses Coordinatensystem wieder so zu legen, dass es zur Mitte des Gesichtsfeldes genau dieselbe Orientirung besitzt, so kann man auch die notirten Merkzeichen benutzen, um die markirte Stelle sofort wieder einzustellen. Diese Einstellung des Coordinatensystemes geschieht mittelst beweglicher Halter für das Objectglas und eines sogenannten Centrirlases mit einer bestimmten Marke, welches dem Apparate beigegeben wird.

Ref.: J. Beckenkamp.

5. J. Koenigsberger (in Freiburg i. B.): Ueber die Absorption des Lichtes in festen Körpern (Habilitationsschrift, B. G. Teubner 1900, 48 SS.).

Das vom Verf. benutzte Photometer hat folgende Einrichtung: Ein Kalkspathspaltungsstück von 3,0 cm Länge und $4,3 \times 4,3$ cm Querschnitt mit planparallelen Flächen ist auf einer kleinen, am Stative eines Polarisationsmikroskopes festgeklemmten Messingplatte befestigt. Unter dem Kalkspathe ist ein polarisirender Nicol (Thompson'sches Polarisationsprisma, welches beim Drehen keine Verschiebung der Strahlen bedingt) in die Messingröhre des Mikroskoptisches eingesetzt. Zwischen Nicol und Calcit befindet sich eine schwarze Blende, in welcher ein Querstreifen zwei Oeffnungen trennt. Der Querstreifen hat eine solche Breite, dass das ausserordentliche Bild der einen Oeffnung mit dem

ordentlichen Bilde der anderen Oeffnung so zusammenstösst, dass die Trennungslinie zwischen beiden Bildern gerade verschwindet. Vor die eine Oeffnung wird die zu untersuchende Platte geschoben und durch Drehung des Nicols werden die beiden an einander stossenden Bilder auf gleiche Helligkeit gebracht. Aus dieser Nicoldrehung lässt sich die Durchlässigkeit bestimmen.

Nach einer zweiten Methode wird der trennende Streifen etwas schmaler genommen, so dass die beiden Bilder sich zum Theil überdecken. Eine Savart'sche Platte (aus Kalkspath von 4 mm Dicke) wird über das Objectiv des Mikroskopes in dessen Tubus geschoben; über dieser folgt nach oben ein Innennicol und eine Irisblende. Der untere Nicol (Thompson'sches Polarisationsprisma) wird so gestellt, dass die beiden Antheile des polarisirten Lichtes vor der Einschaltung der zu untersuchenden Platte gleich gross sind, was an dem Verschwinden der Interferenzstreifen erkannt wird. Die zu untersuchende Krystallplatte muss dann so vor die eine Oeffnung geschoben werden, dass eine ihrer Hauptschwingungsrichtungen mit einer Hauptschwingungsrichtung des Kalkspathes zusammenfällt. Sind vor der Einschubung der zu untersuchenden Platte die Winkelablesungen bei dem Verschwinden der Interferenzstreifen bei der Stellung des Polarisationsnicols in den vier Quadranten $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$, und sei $\frac{\alpha_2 + \alpha_4}{2} - \frac{\alpha_1 + \alpha_3}{2} = \alpha$, ebenso seien nach Einschubung der Platte die entsprechenden Winkelstellungen $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3, \varphi_4$, und $\frac{\varphi_2 + \varphi_4}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} = \varphi$, dann ist das Verhältniss der durchgelassenen Lichtmenge zur absorbirten $d = \frac{\lg^2 \varphi}{\lg^2 \alpha}$, wobei also α den halben Winkel zwischen zwei Stellungen des Polarisators in der Nulllage, φ dasselbe bei zwischengeschobener Platte bedeutet. Wird eine doppeltbrechende Platte nach richtiger Orientirung zum Kalkspathe zuerst vor die eine und dann parallel mit dieser Stellung vor die andere Oeffnung geschoben, dann erhält man nach einander d für die beiden zu einander senkrecht schwingenden Strahlen. Die Genauigkeit der Methode kann bis 0,15 % gesteigert werden, die zu untersuchende Platte braucht nur etwa $\frac{1}{3}$ qmm gross zu sein.

Nach einer dritten Methode wird das Verhältniss der Helligkeiten nicht durch Drehung eines Nicols, sondern durch Einschieben von zwei Rauchquarzkeilen von etwa 7 cm Länge und einer zwischen 0,4 und 0,35 cm variablen Gesamtdicke geändert. Diese Keile müssen vor ihrer Verwendung nach der zweiten Methode geaicht werden.

Aus dem Durchlässigkeitsverhältnisse d einer Platte von der Dicke l und dem Brechungsquotienten n folgt der Extinctionscoefficient

$$\alpha = \frac{1}{l 2\pi \log e} \log \left(\frac{4n}{(n+1)^2 \sqrt{d}} \right)$$

und hieraus der Absorptionscoefficient $k = \alpha \lambda$.

Als Lichtquelle dient ein Acetylenbrenner von 30 Kerzen und zur Dispersion eine nach Art des Wülfing'schen Spectralapparates construirte Vorrichtung, bei welcher an Stelle der Wülfing'schen Prismenanordnung ein Rowland'sches Plangitter an einer drehbaren Axe befestigt war; bei Versuchen über die Aenderung der Absorption mit der Temperatur wurden auch Lichtfilter benutzt, welche mit Hilfe des Spectralapparates geaicht waren.

Untersucht wurden zunächst Fluorit von der Göschener Alp, Rutil von Cavradi und Rutil von der Auvergne. Da die beiden Rutil die gleiche Stärke der

Absorption ergeben, so ist deren Färbung eine idiochromatische. Absorption und Brechungsexponent sind beim Rutil für den ausserordentlichen Strahl grösser als für den ordentlichen. Die Babinet'sche Regel, dass die stärkste gebrochene Welle auch stärker absorbiert wird, gilt einwandfrei für die selective Eigenabsorption eines Krystalles.

Brookit gab eine ähnliche Absorptionscurve wie Rutil.

Anatas, Brookit und Rutil haben ein Maximum der Absorption im Ultraviolett bei ungefähr $0,380 \mu$, womit die vom Verf. aufgestellte Regel bestätigt wird, dass dieselbe chemische Verbindung in ihren verschiedenen Modificationen nur eine geringe Verschiebung, aber keine völlige Veränderung der Absorptionscurve zeigt.

Spaltblättchen $\parallel (001)$ von Klinochlor von Westchester verhielten sich fast optisch einaxig; ihr Axenwinkel betrug nur etwa $\frac{1}{2}^\circ$; dementsprechend war auch die Absorption für die Schwingungsrichtungen parallel zur Basis fast gleich.

Ferner wurden untersucht Biotit, Olivin und Aktinolith. Die Uebereinstimmung zwischen den Absorptionscurven dieser drei Mineralien ist bemerkenswerth, aber die Beobachtungen genügen nicht zur Entscheidung, ob sie etwa durch eine, bei allen drei Substanzen vorhandene Beimengung, oder durch die Uebereinstimmung der Absorption der verschiedenen Eisenoxyd- und Eisenoxydsilicate bedingt ist.

Bei einer anderen Versuchsreihe wurde die Krystallplatte in einem Luftbade erwärmt und das durch die Platte gegangene Licht mittelst einer Linse auf die eine der beiden Oeffnungen projectirt.

Versuche mit Kaliumbichromat, Selen und Brookit ergaben, dass rothe, braune und gelbe Körper, das sind solche, welche selective Absorption im Ultraviolett zeigen, eine Zunahme der Absorption mit steigender Temperatur erfahren. Dasselbe Verhalten zeigen derartige Körper auch in Lösung.

Versuche mit blauem und grünem Glase, mit Klinochlor und Strahlstein ergaben, dass für blaue und grüne Körper die Absorption mit steigender Temperatur abnimmt, aber in geringerem Maasse, als sie für gelbe und rothe Körper zunimmt.

In festen, selectiv absorbirenden Körpern bewirkt steigende Temperatur eine Verschiebung der Absorptionscurve nach grösseren Wellenlängen und in vielen Fällen ausserdem eine geringe Ausdehnung des Absorptionsgebietes; bei metallisch absorbirenden Substanzen bleibt die Absorption in einem Temperaturintervalle von 40° — 360° (für Platin bis 800°) ungeändert.

Unter Berücksichtigung des Kirchhoff'schen Gesetzes ergeben diese Regeln Folgendes:

1) Substanzen, deren Absorptionsgebiete sehr weit vom sichtbaren Spectrum im Ultraviolett oder Ultraroth liegen, können beim Erhitzen kein Licht emittiren, so z. B. Fluorit und Quarz. Wenn letzterer jedoch schmilzt, dann emittirt er ein äusserst intensives Licht; ebenso verhält sich Zirkon.

2) Substanzen, deren Absorptionsgebiet nahe im Ultraviolett liegt, emittiren beim Erhitzen erst rothes, schliesslich weisses Licht. Beispiel Rutil.

3) Substanzen, deren Absorptionsgebiet nahe im Ultraroth liegt, müssten sich wie vollkommen durchsichtig verhalten.

Auf Grund der Dispersionstheorie erklären dann obige Regeln auch die Aenderung des Brechungsindex mit der Temperatur. Beim Erwärmen nimmt die Dielektricitätsconstante ab, was eine Verminderung der Brechung zur Folge

hat. Bei den meisten festen Körpern wird der Brechungsindex im sichtbaren Gebiete vorwiegend durch ein Gebiet metallischer Absorption im Ultraviolett beeinflusst, und es verschiebt sich das Absorptionsgebiet beim Erwärmen nach dem sichtbaren Theile; dies bewirkt eine Zunahme der Brechung und Dispersion. Liegt das Absorptionsgebiet nahe im Ultraviolett, so überwiegt die Zunahme von n und wir beobachten Steigerung von Brechung und Dispersion. Hierher gehören Schwefel, Phosphor, Calcit und die Feldspäthe. Liegt das Absorptionsgebiet weiter im Ultraviolett, so überwiegt der Einfluss der Aenderung der Dielektricitätsconstanten über die Verschiebung der Absorption, nicht aber über die Zunahme der Dispersion. Man beobachtet daher in diesem Falle mit steigender Temperatur Abnahme der Brechung und Zunahme der Dispersion. Beispiele sind: Fluorit, Quarz, Steinsalz, Sylvin.

Feste Körper, deren den Brechungsindex beeinflussendes Absorptionsgebiet nach grösseren Wellenlängen liegt, müssten mit steigender Temperatur Abnahme der Dispersion und Zu- oder Abnahme der Brechung zeigen.

Ref.: J. Beckenkamp.

6. C. Klein (in Berlin): **Das Krystallpolymeter, ein Instrument für krystallographisch-optische Untersuchungen** (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1900, 248—257).

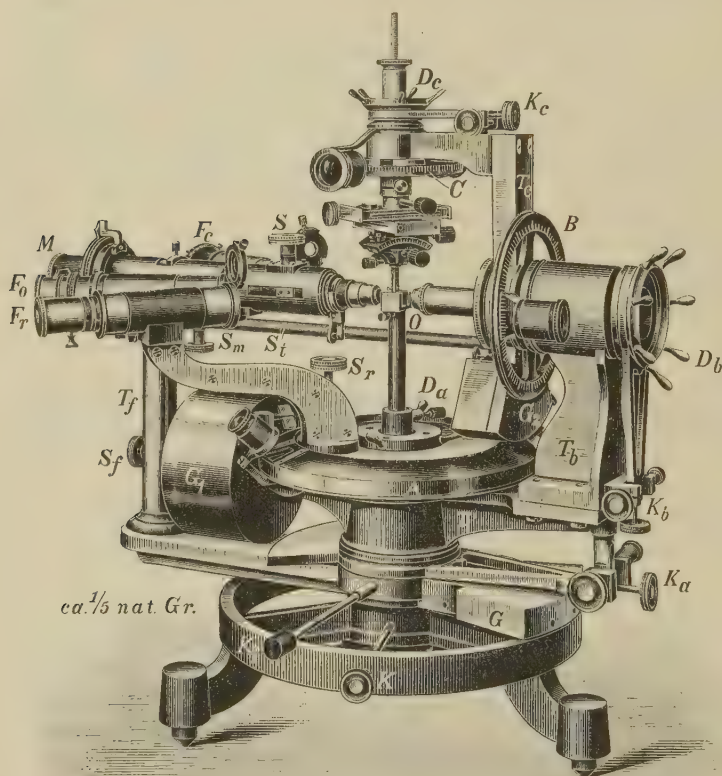
Gleichwie Herbert Smith (diese Zeitschr. **32**, 217) erdachte der Verf. ein dreiaxiges Goniometer, das etwas später durch R. Fuess (C. Leiss) in Berlin zur Ausführung gelangen konnte. Verf. beabsichtigte aber das dreiaxige Goniometer nicht allein zum Zwecke der Winkelmessung, sondern auch für krystalloptische Untersuchungen zu benutzen. Das in umstehender Figur abgebildete »Krystallpolymeter« des Verf. ist daher ein Universalinstrument im strengsten Sinne des Wortes, d. h. es leistet, was das ein-, zwei-, dreikreisige Goniometer, das Spectrometer, Totalreflectometer, der Axenwinkelapparat, die Drehapparate nach v. Fedorow und nach C. Klein, das Mikroskop für paralleles und für convergentes polarisirtes Licht und das Nörremberg'sche Polarisationsinstrument zusammen leisten können.

Das Polymeter hat drei Drehaxen. Die eine D_a ist vertical und unbeweglich; die zweite D_b ist horizontal und um die erstere drehbar; die dritte D_c ist senkrecht zur zweiten, dreht sich um diese und daher auch um die erstere. Die dritte Axe trägt die Justir- und Centrirvorrichtung, auf welcher der Krystall, resp. das zu untersuchende Object befestigt wird. Senkrecht zur ersten Drehaxe stehen der Collimator F_c , das Fernrohr F_o , das Mikroskop M und ein zweites Fernrohr F_r zum Gebrauch für spectrometrische Untersuchungen. Letzteres, sowie das Mikroskop kann man entfernen, wenn sie nicht gebraucht werden.

Entsprechend den drei Drehaxen sind drei getheilte Kreise vorhanden. Der Horizontalkreis giebt mit den Nonien $30''$, die anderen beiden nur $1'$. Der Winkel zwischen Collimator und Fernrohr ist nach Wunsch verstellbar.

Soll das Krystallpolymeter als Goniometer dienen, so werden das Mikroskop und eventuell auch das zweite Fernrohr F_r entfernt. Die nutzbare Drehung um die erste Drehaxe beträgt 230° , die um die zweite 240° und die um die dritte 360° . Die Leistung um die erste Axe ist also gegenüber dem Smith'schen Goniometer erheblich gestiegen. Man kann natürlich das Polymeter als ein-, zwei- und dreikreisiges Goniometer verwenden. Aehnlich wird mit Benutzung

von F_r gearbeitet, wenn es sich darum handelt, die Brechungsverhältnisse von festen oder von flüssigen Körpern mit Hülfe der Prismenmethode zu bestimmen. Es leuchtet ein, wie das Instrument zu verwenden ist für die Bestimmung der



Brechungsindices einer in eine starkbrechende Flüssigkeit eingetauchten Krystallplatte mit der Methode der Totalreflexion. Auch lässt sich der Winkel der optischen Axen, sowie die Auslöschungsschiefe auf den Flächen in einer Zone nach der schon früher vom Verf. beschriebenen Methode bestimmen. Natürlich findet für alle Untersuchungen, welche an Dünnschliffen zu machen sind, das vorliegende Instrument seine Anwendung.

Ref.: C. Viola.

7. O. B. Bøggild (in Kopenhagen): **Krystallographische Untersuchung einiger Platinsalze** (aus: S. M. Jørgensen, om Zeise's Platosemiäthylen- og Cossa's Platosemiamminsalte. D. K. Danske Selsk. Skr. (6), nat. math. Afd. 1900, 9, 229; Zeitschr. f. anorg. Chemie 1900, 24, 160 f.).

Kaliumplatosemiäthylenchlorid $K.Cl_2.Pt.C_2H_4.Cl + H_2O$.

Zuerst dargestellt von Zeise und unvollständig gemessen von Forchhammer. Spec. Gew. 2,88.

Monoklin sphenöidisch.

$$a : b : c = 0,6374 : 4 : 0,8637;$$

$$\beta = 95^{\circ} 29\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $m\{120\}$, $\mu\{1\bar{2}0\}$, $a\{100\}$, $e\{102\}$, $d\{10\bar{2}\}$, $f\{106\}$, $u\{146\}$, $\xi\{2\bar{5}4\}$, $\beta\{0\bar{1}0\}$, $\{340\}$, $\{201\}$, $\{302\}$, $\{7.0.10\}$, $\{2\bar{5}4\}$. Fig. 1 zeigt die Combination der Krystalle aus ziemlich stark saurer Lösung, Fig. 2 die Combination der Krystalle aus schwach saurer Lösung; die übrigen Formen nur untergeordnet an einzelnen Krystallen.

Fig. 1.

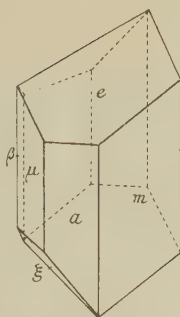
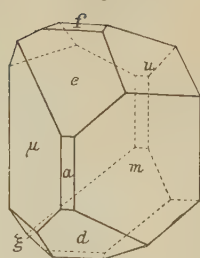


Fig. 2.



	Berechnet:	Beobachtet:
$m : a = (120) : (100) =$	—	*54° 45½'
$e : m = (102) : (120) =$	—	*67 44
$e : d = (102) : (10\bar{2}) =$	—	*68 9
$e : a = (102) : (100) =$	52° 9½'	52 9½
$d : m = (10\bar{2}) : (120) =$	71 48	71 47½
$f : a = (106) : (100) =$	72 5	72 4
$u : e = (146) : (102) =$	34 27	34 31
$u : m = (146) : (120) =$	57 2	57 9
$u : d = (146) : (10\bar{2}) =$	54 45½	54 44
$u : m' = (146) : (120) =$	77 52	77 54
$\xi : a = (2\bar{5}4) : (100) =$	68 20	68 42 appr.
$\xi' : \mu = (2\bar{5}4) : (1\bar{2}0) =$	40 10½	39 2 —
$\xi' : \mu = (2\bar{5}4) : (1\bar{2}0) =$	72 7½	71 57 —
$(340) : (100) =$	40 25½	40 24 —
$(201) : (100) =$	49 32	49 29 —
$(302) : (100) =$	25 5	24 58½ —
$(7.0.10) : (100) =$	43 37	43 40 —

Härte 1—2. Spaltbarkeit unvollkommen nach (100) und (102).

Gelb, schwach pleochroitisch (Schwingungen $\parallel b$ grünlich, alle anderen bräunlich). Doppelbrechung —; Ebene der optischen Axen \perp (010), erste Mittellinie bildet mit c 22° im stumpfen Winkel β ; $2E = 46^{\circ}$ roth, 47° gelb, $48\frac{1}{2}^{\circ}$ blau; horizontale Dispersion kaum bemerkbar. Ein Prisma, gebildet von (102) und (100), lieferte $\gamma = 1,717$ und einen zwischen α und β liegenden Index 1,627.

Ammoniumplatosemiäthylenchlorid
 $NH_4.Cl_2.Pt.C_2H_4.Cl + H_2O.$

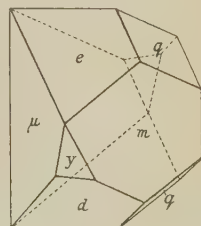
Isomorph mit dem vorigen. Spec. Gew. 2,68.

$$a : b : c = 0,6456 : 4 : 0,8690;$$

$$\beta = 95^{\circ} 29'.$$

Beobachtete Formen: $m\{120\}$, $\mu\{1\bar{2}0\}$, $e\{102\}$, $d\{10\bar{2}\}$, $q\{011\}$, $y\{72\bar{4}\}$, $\{100\}$, $\{130\}$, $\{011\}$. Fig. 3.

Fig. 3.



	Berechnet:	Beobachtet:
$m : a = (120) : (100) =$	—	*52° 7'
$e : a = (102) : (100)$	—	*52 49
$d : a = (10\bar{2}) : (100)$	—	*59 52
$e : m = (102) : (120)$	67° 57'	67 35
$q : e = (011) : (102)$	50 43	50 39
$q : d' = (011) : (\bar{1}02)$	52 4	51 42
$q : m = (011) : (120)$	55 53	55 43
$q : m' = (011) : (\bar{1}20)$	61 50	61 34
$y : d = (72\bar{4}) : (10\bar{2})$	38 34	38 23
$y : m = (72\bar{4}) : (120)$	46 40	46 34
$y : \mu = (72\bar{4}) : (1\bar{2}0)$	64 44	64 47
$(130) : (100)$	63 7½	63 8

Härte 1—2. Spaltbarkeit (100) deutlich.

Farbe und Pleochroismus = vor. Doppelbrechung —; Axenebene $\perp (010)$, erste Mittellinie bildet $81\frac{1}{2}^\circ$ mit c im stumpfen Winkel β . $2E = 32\frac{1}{2}^\circ Na$, $v > q$. Ein Prisma wie beim Kaliumsalz lieferte $\gamma = 1,702$ und n (zwischen α und β) = 1,623.

Kaliumplatosemiamminchlorid

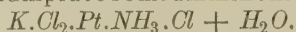
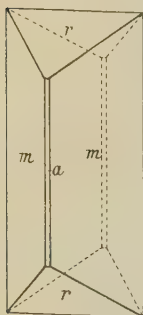


Fig. 4.



Zuerst dargestellt von Cossa.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,6310 : 1 : 0,8234.$$

Comb.: $m\{120\}$, $r\{102\}$, $a\{100\}$ (Fig. 4), a fehlt oft.

	Berechnet:	Beobachtet:
$m : a = (120) : (100) =$	—	*52° 25'
$r : a = (102) : (100)$	—	*56 53
$p : m = (102) : (120)$	70° 32'	70 30

Härte 1—2. Keine deutliche Spaltbarkeit.

Rothgelb (a gelblichroth, b röthlichgelb, c tief gelb oder roth). Doppelbrechung —; Axenebene (100), c erste Mittellinie. $2V = 64^\circ$ ca.; $\alpha = 1,5438$, $\gamma = 1,5754$.

Das Ammoniumsalz bildet grosse orangerothe Prismen von derselben Form.

Beide Salze zeigen unverkennbare Aehnlichkeiten der Winkel und der optischen Eigenschaften mit den beiden Aethylenverbindungen.

Ref.: P. Groth.

S. C. Benedicks (in Upsala): **Beiträge zur Kenntniss des Gadoliniums** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1900, **22**, 393—421).

Diese Arbeit enthält folgende krystallographische Angaben:

$GdCl_3 + 6H_2O$. Tetragonale Combination $\{001\}$, $\{111\}$, $\{101\}$.

$GdBr_3 + 6H_2O$. Spitze rhombische Tafeln.

$Gd_2Pt_3(CN)_{12} + 24H_2O$. Spec. Gew. 2,563. Rhombisch, isomorph mit Yttrium- und Erbiumplatocyanür, für welche jedoch $18H_2O$ angegeben werden. Comb.: $\{110\}\{221\}\{001\}$, prismatisch nach $\{110\}$ oder tafelförmig nach $\{001\}$.

	Beobachtet:	Y-salz n. Topsøe:
(110):(1 $\bar{1}$ 0) =	83° 30'	83° 28'
(221):(001)	61 30	61 36

Spaltbarkeit {001} vollkommen.

Kirschroth, auf {110} und {221} grüner Metallglanz. Optische Orientirung wie beim Yttriumsalz; $2E = 27^0$ ca.

$Gd(NO_3)_3 + 6\frac{1}{2}H_2O$. Triklin. Spec. Gew. 2,332.

$Gd(NO_3)_3 + 5H_2O$. Monoklin. Spec. Gew. 2,406.

$Gd_2(SO_4)_3 + 8H_2O$. Spec. Gew. 3,010.

Krystalle aus Wasser bei gewöhnlicher Temperatur und auf dem Wasserbade. Monoklin, vollkommen isomorph mit dem Yttriumsulfat. Die Messungen der vielfach gestreiften Flächen gaben folgende Mittelwerthe I, das entsprechende selensaure Salz wurde auf dem Wasserbade in grossen, aber nicht gut spiegelnden Krystallen vom spec. Gew. 3,309 erhalten; dieselben ergaben die Werthe II.

	I.	II.
(100):(101) =	37° 39'	} 61° 20'
(001):(101)	24 19	
(100):(10 $\bar{1}$)	77 27	78 15
(001):(10 $\bar{1}$)	40 37	40 25
(111):(101)	50 54	—
(111):(100)	60 0	—
(211):(100)	66 50	67 22
(111):(111)	35 9	—
(111):(211)	46 49	—
(211):(211)	109 33	—
(111):(10 $\bar{1}$)	74 24	—
(111):(100)	—	84 36

$Gd_2(SeO_4)_3 + 10H_2O$. Spec. Gew. 3,048.

Krystalle aus Wasser bei gewöhnlicher Temperatur. Isomorph mit Yttrium- und Erbiumselenat, für welches Cleve $9H_2O$ annimmt, während die Analysen besser mit $10H_2O$ stimmen. Leicht verwitternd. Rhombisch. Comb.: {100} {230} {533} {133}, letztere beide Formen nur als Hemipyramiden.

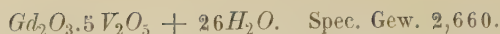
(230):(100) =	58° 43' (Mittel).
(133):(133)	53 59
(133):(230)	71 38
(533):(230)	51 28

$Gd(C_2H_5.SO_4)_3 + 9H_2O$. Spec. Gew. 4,923.

Erhalten durch Wechsellagerung von Gadoliniumsulfat und Baryumäthylsulfat. Luftbeständige, gut messbare hexagonale Krystalle, $a:c = 1:0,5014$. Comb.: {10 $\bar{1}$ 0} {10 $\bar{1}$ 1} {11 $\bar{2}$ 1} {11 $\bar{2}$ 0}, die beiden letzten Formen untergeordnet; gewöhnlich tafelförmig nach einem Flächenpaare von {10 $\bar{1}$ 0}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(10 $\bar{1}$ 1):(0 $\bar{1}$ 10) =	*75° 28'	—
(11 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0)	51 57	52° 8'
(10 $\bar{1}$ 1):(0 $\bar{1}$ 11)	29 12	29 4
(10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 0)	59 52	59 52 $\frac{1}{2}$

Einaxig mit negativer Doppelbrechung.



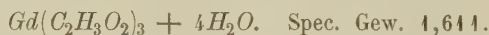
Triklin. $a : b : c = 1,7083 : 1 : 0,9894$;
 $\alpha = 84^\circ 54'$, $\beta = 94^\circ 54'$, $\gamma = 82^\circ 43\frac{1}{2}'$.

Würfelfähnliche Combinationen von $\{100\}$, $\{010\}$ und $\{001\}$ mit Abstumpfungen aller Ecken durch $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{11\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, untergeordnet noch $\{10\bar{1}\}$, — oder nach c verlängerte Comb. $\{100\}$ $\{010\}$ $\{10\bar{1}\}$. Sehr gut spiegelnde Flächen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100) : (010) =$	$*98^\circ 46\frac{1}{2}'$	—
$(100) : (001)$	$84^\circ 29'$	$84^\circ 23'$
$(10\bar{1}) : (100)$	$64^\circ 3'$	$64^\circ 3'$
$(111) : (100)$	$68^\circ 40\frac{1}{2}'$	$68^\circ 6'$
$(1\bar{1}\bar{1}) : (100)$	$*64^\circ 50\frac{1}{2}'$	—
$(1\bar{1}1) : (100)$	$*60^\circ 36'$	—
$(11\bar{1}) : (100)$	$76^\circ 53'$	$76^\circ 52'$
$(1\bar{1}1) : (0\bar{1}0)$	$*45^\circ 44'$	—
$(111) : (010)$	$55^\circ 45'$	$55^\circ 49\frac{1}{2}'$
$(1\bar{1}\bar{1}) : (010)$	$*48^\circ 34\frac{2}{3}'$	—
$(11\bar{1}) : (010)$	$47^\circ 29'$	$47^\circ 30\frac{1}{2}'$
$(1\bar{1}\bar{1}) : (10\bar{1})$	$44^\circ 38'$	$44^\circ 32'$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Gelbroth. Ebene der optischen Axen bildet mit (100) 46° , mit (111) 45° , mit $(1\bar{1}\bar{1})$ 57° — 58° ; erste Mittellinie, nahe $\parallel (100)$, bildet 6° mit $[100, 1\bar{1}1]$ und 49° mit $[100, 010]$. Brechbarkeit ca. 1,74. $2V$ (in Methylenjodid mit Klein's Drehapparate gemessen) $= 83^\circ 30'$, $\rho > v$. Pleochroismus in der Richtung der ersten Mittellinie nicht merklich, in der der zweiten Mittellinie Schwingung \parallel Axenebene orangegelb, \perp dazu citrongelb.



Triklin. Isomorph mit dem Yttriumsalz.

$(100) : (010) =$	$106^\circ 50'$	beob.
$(110) : (100)$	$64^\circ 30'$	—
$(001) : (100)$	$74^\circ 27'$	—
$(101) : (100)$	$40^\circ 43'$	—
$(001) : (010)$	$69^\circ 33'$	—
$(0\bar{1}\bar{1}) : (001)$	$57^\circ 22'$	—
$(110) : (001)$	$56^\circ 57'$	—
$(1\bar{1}\bar{1}) : (001)$	$68^\circ 2'$	—
$(1\bar{1}\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	$54^\circ 42'$	—

Ref.: P. Groth.

9. L. Milch (in Breslau): Ueber die Krystallform des Desoxalsäureesters (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1900, 1, 164).

Der Verf. fand diese Substanz, wie L. Meyer, monoklin.

$$a : b : c = 2,3584 : 1 : 1,8340; \beta = 94^\circ 56\frac{1}{2}'.$$

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{211\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(100) =	*66° 56 $\frac{3}{4}$ '	—
(110):(001)	*88 4	—
(011):(001)	*61 48 $\frac{1}{2}$	—
(100):(001)	85 7	85° 3 $\frac{1}{2}$ '
(101):(001)	35 57 $\frac{1}{2}$	35 59
(101):(110)	75 8	75 8
(011):(100)	87 43	87 37 $\frac{3}{4}$
(101):(011)	67 8 $\frac{1}{2}$	67 8 $\frac{1}{2}$
(110):(011)	34 37 $\frac{1}{2}$	34 36 $\frac{1}{2}$
(110):(011)	37 42	37 43 $\frac{1}{2}$
(211):(100)	51 45	51 44
(211):(001)	64 36 $\frac{1}{2}$	64 40 $\frac{1}{4}$
(211):(101)	46 26 $\frac{1}{2}$	46 24
(211):(110)	28 47 $\frac{1}{2}$	28 44 $\frac{1}{2}$

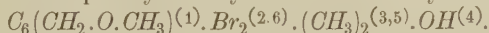
Doppelbrechung —, Axenwinkel gem. durch (100).

<i>Li</i> :	2 <i>H</i> = 40° 15'	2 <i>E</i> = 60° 44'
<i>Na</i> :	44 10	62 20
<i>Tl</i> :	44 40	63 15

Ref.: P. Groth.

10. W. Salomon (in Heidelberg): Die Krystallformen des Methyläthers des Dibrom-*p*-Oxymesitylalkohols und des *p-p*-Dimethylbenzöins (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1900, 1, 95).

Dibrom-*p*-Oxymesitylalkohol-Methyläther



Schmelzp. 142°—143°. Dargestellt von Traun, Dissert. Heidelberg 1899 (s. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1899, 32, 3304). Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 1,6372:1:1,9447; \beta = 104° 2\frac{1}{2}'.$$

Meist tafelige Comb. {001} {111} mit kleinen Flächen {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100) =	*78° 57 $\frac{1}{2}$ '	—
(111):(001)	*61 44 $\frac{1}{2}$	—
(111):(111)	*96 51 $\frac{1}{2}$	—
(111):(100)	57 21	57° 46 $\frac{1}{4}$ '

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Aetzfiguren auf (001) symmetrisch.

Doppelbrechung sehr stark; Axenebene ungefähr || (001).

p-p-Dimethylbenzöin $C_{16}H_{16}O_2$.

Schmelzp. 88°—89°. Dargestellt von Bärenfänger.

Triklin pinakoidal.

$$a:b:c = 0,5932:1:0,2822.$$

$$\alpha = 126° 52', \beta = 116° 45', \gamma = 76° 0'.$$

Beob. Formen: {100}, {010}, {001}, {110}, {120}, {021}, {101}. Durch Vorherrschen von {100} und {010} prismatische oder nach {100} tafelige Combination.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(010) =$	$*115^0 24\frac{1}{2}'$	—
$(100):(001)$	$*80\ 48$	—
$(010):(001)$	$*62\ 44$	—
$(110):(100)$	$*39\ 52$	—
$(101):(001)$	$*22\ 26\frac{1}{2}$	—
$(120):(100)$	$70\ 5\frac{1}{2}$	$70^0\ 7'$
$(0\bar{2}1):(001)$	$30\ 46\frac{1}{2}$	$34\ 43\frac{1}{2}$
$(110):(001)$	$59\ 35$	$59\ 54$
$(120):(001)$	$52\ 44$	$52\ 49$

Aetzfiguren (mit Lignoïn) auf $\{100\}$ centrisch symmetrisch.

Doppelbrechung sehr stark, Auslöschungsschiefe zu c auf (100) 46^0 ; durch $\{100\}$ kein Axenbild sichtbar.

Ref.: P. Groth.

11. A. Schwantke (in Marburg): Ueber Krystalle aus Taubenblut (Zeitschrift f. physiol. Chem. 1900, **29**, 486).

Oxyhämoglobin aus Taubenblut zeigte bis 2 mm lange tetragonale Prismen $\{110\}$ mit einem Bisphenoid $\{111\}$; $(111):(110) = 31^0$, daraus $a:c = 1:1,175$. Dunkelroth mit schwachem Pleochroismus; die Prismenflächen zeigten das optische Verhalten von einer singulären optischen Axe parallelen Ebenen. Die Krystalle sind frisch weich und leicht zerdrückbar, werden aber allmählich hart und spröde und sind dann einfachbrechend, während die Flächen ihren Glanz behalten und bei der Messung die gleichen Winkel liefern.

Ref.: P. Groth.

12. Derselbe: Zur Krystallform des Histidindichlorids (Ebenda 492 und 1899, **28**, 386).

Histidindichlorid $C_6H_9N_3O_2 \cdot 2HCl$.

Dargestellt von Kutscher. Schmelzp. 230^0 ca. Krystalle aus verdünnter Salzsäure.

Rhombisch. $a:b:c = 0,7654:1:1,7752$.

Beob. Formen: $\{001\}$ vorherrschend, $\{101\}$, $\{012\}$, untergeordnet: $\{111\}$, $\{110\}$, $\{102\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(012):(01\bar{2}) =$	$*96^0 49'$	—
$(102):(10\bar{2})$	$*84\ 34$	—
$(101):(10\bar{1})$	$46\ 52$	$46^0 39'$
$(111):(001)$	$74\ 7$	$74\ 6$
$(111):(1\bar{1}1)$	—	$70\ 42$
$(111):(1\bar{1}\bar{1})$	—	$99\ 24$
$(111):(012)$	$54\ 40$	$54\ 24$
$(111):(101)$	$56\ 44$	$55\ 50$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Ebene der optischen Axen (010) , erste Mittellinie b , Axenwinkel gross.

Aetzfiguren auf (001) disymmetrisch.

Der Körper zeigt eine grosse Annäherung der krystallographischen Verhältnisse an das Monochlorid $C_6H_9N_3O_2 \cdot HCl \cdot H_2O$ (s. diese Zeitschr. **33**, 639), von

welchem er sich dadurch unterscheidet, dass er an Stelle eines H_2O -Moleküls ein zweites HCl -Mol. enthält. Dagegen zeigt das Monochlorid vollkommene Spaltbarkeit nach (001).

[Beide Substanzen sind nach Kossel in wässriger Lösung rechtsdrehend, daher ihre Krystalle wohl der bisphenoidischen Klasse des rhombischen Systems angehören.]

Ref.: P. Groth.

13. A. Fock (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung des Isato-säureanhydrid** $C_8H_5NO_3$ (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 27).

Dargestellt von Bredt und Hof. Zersetzungsp. 240° . Kryst. aus Alkohol.

Monoklin. $a:b:c = 0,7029:1:0,6797$; $\beta = 93^\circ 35'$.

Beob. Formen: $\{010\}$ vorherrschend, $\{111\}$, $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ und nicht immer vorhanden $\{30\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111):(1\bar{1}\bar{1}) =$	$*50^\circ 38'$	—
$(111):(1\bar{1}\bar{1})$	$*53 \ 28$	—
$(111):(\bar{1}11)$	$*77 \ 20$	—
$(111):(11\bar{1})$	$80 \ 31$	$80^\circ 29'$
$(30\bar{1}):(11\bar{1})$	$38 \ 20$	$38 \ 15$
$(30\bar{1}):(111)$	$66 \ 2$	$66 \ 11$

Spaltb. $\{30\bar{1}\}$ vollkommen.

Ebene der optischen Axen $\perp (010)$, erste Mittellinie bildet 8° mit $\perp (30\bar{1})$ nach Axe a hin, $2E = 90^\circ$ ca., $\varrho > v$.

Ref.: P. Groth.

14. A. Artini (in Mailand): **Krystallform des Aminodimethylbernsteinsäure-Anhydrid** $C_6H_9O_3N$ (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 1413; Gazz. chim. ital. 1900, **30**, I, 585).

Dargestellt von Molinari. Schmelzp. 164° — 165° . Monoklin prismatisch.

$a:b:c = 0,7955:1:0,5944$; $\beta = 115^\circ 42'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{40\bar{1}\}$, $\{110\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{12\bar{1}\}$.

	Beobachtet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	$*71^\circ 16'$
$(\bar{1}11):(001)$	$*51 \ 38$
$(11\bar{1}):(10\bar{1})$	$*29 \ 13$
$(12\bar{1}):(10\bar{1})$	$48 \ 12$
$(\bar{1}01):(001)$	$44 \ 40$

Spaltb. $\{001\}$ vollkommen.

Ebene der optischen Axen $\perp (010)$, erste Mittellinie stark geneigt zu $\perp (001)$.

Ref.: P. Groth.

15. C. Riva (\dagger in Pavia): **Krystallform des Strophantidinhydrats** $C_{27}H_{38}O_7 + 2\frac{1}{2}H_2O$ (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, **33**, 2076).

Dargestellt von Feist. Krystalle aus Methylalkohol (das Hydrat behält seinen Wassergehalt beim Umkrystallisiren). Lösung rechtsdrehend. Monoklin sphenoidisch.

$$a : b : c = 1,4275 : 1 : 1,4479; \beta = 109^{\circ} 8'.$$

Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{001\}$, $\{0\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110) : (1\bar{1}0) =$	$*93^{\circ} 27'$	—
$(110) : (001)$	$*77^{\circ} 2'$	—
$(\bar{1}04) : (001)$	$*54^{\circ} 35'$	—
$(0\bar{1}1) : (001)$	$46^{\circ} 55'$	$46^{\circ} 49'$
$(0\bar{1}1) : (1\bar{1}0)$	$46^{\circ} 56'$	$46^{\circ} 45'$
$(0\bar{1}1) : (1\bar{1}0)$	$67^{\circ} 45'$	$67^{\circ} 47'$
$(0\bar{1}1) : (104)$	$66^{\circ} 36'$	$66^{\circ} 38'$
$(10\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	$66^{\circ} 32'$	$66^{\circ} 37'$

Doppelbrechung negativ, Axenebene $\perp (010)$, deutliche horizontale Dispersion.
 Aetzfiguren auf $\{001\}$ unsymmetrisch.

Ref.: P. Groth.

16. F. Michel (in Charlottenburg-Berlin): Ueber Malonesterderivate des 2-3-Dichlor- α -naphtochinons (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, 33, 2402).

Chlor- α -naphtochinonacetessigsäureäthylester $C_{16}H_{13}O_5Cl$.

Gelbe, stark lichtbrechende, monokline Krystalle [jedenfalls sphenoidisch, da der Körper ein asymmetrisches C-Atom enthält. Der Ref.]. Schmelzp. 106° — 107° .

Comb.: $\{001\}$ $\{110\}$ mit einer Fläche $\{1\bar{1}1\}$.

$(110) : (100) =$	$55^{\circ} 26\frac{1}{2}'$	Mittel.
$(110) : (001)$	$79^{\circ} 33'$	—
$(1\bar{1}1) : (001)$	$43^{\circ} 53'$	—

Chlor- α -naphtochinonbenzoylacetone $C_{20}H_{13}CO_4$.

Grosse gelbe monokline Tafeln, Schmelzp. 109° .

Comb.: $\{001\}$ $\{101\}$ $\{110\}$ $\{10\bar{1}\}$.

$(110) : (1\bar{1}0) =$	$74^{\circ} 28'$	Mittel.
$(110) : (001)$	$82^{\circ} 22'$	—
$(101) : (001)$	$57^{\circ} 52'$	—
$(101) : (10\bar{1})$	$79^{\circ} 2\frac{1}{2}'$	—

Chlor- α -naphtochinonoxaleessigsäurediäthylester $C_{18}H_{15}O_7Cl$.

Aus Alkohol gelbe Prismen, Schmelzp. 117° — 118° . Nach den Angaben des Verf. scheinen die Krystalle triklone Combinationen $\{001\}$ $\{101\}$ $\{10\bar{1}\}$ mit einer Endfläche $(0\bar{1}0)$ zu sein.

$(001) : (101) =$	$55^{\circ} 2\frac{1}{2}'$	Mittel.
$(101) : (10\bar{1})$	$58^{\circ} 40'$	—
$(001) : (0\bar{1}0)$	$89^{\circ} 40'$	—
$(101) : (0\bar{1}0)$	$87^{\circ} 58'$	—
$(10\bar{1}) : (0\bar{1}0)$	$87^{\circ} 58'$	—

Ref.: P. Groth.

17. v. Arend (in Rostock): Krystallform des p-Monobromantipyrins $C_{11}H_{11}N_2OBr$ (Ebenda 2610).

Dargestellt von Michaelis und Schwabe. Schmelzp. 122° . Krystalle aus Wasser. Monokline Combination von $\{010\}$, $\{100\}$, $\{011\}$ und untergeordnet $\{11\bar{1}\}$.

$$(011):(0\bar{1}1) = 63^0 41', \quad (11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 52^0 25', \quad (011):(100) = 75^0 36', \\ (11\bar{1}):(100) = 69^0 36', \quad (011):(\bar{1}11) = 58^0 19'.$$

Ann. d. Ref. Die drei letzten Winkel stehen in directem Widerspruche mit einander, daher sie jedenfalls durch Druckfehler entstellt sind.

Ref.: P. Groth.

18. H. Zirngiebl (in München): Krystallographischer Vergleich von Cinchotoxin und Cinchonin $C_{19}H_{22}ON_2$ (Ebenda 3221).

Cinchonin ist monoklin sphenoidisch, Comb.: $\{100\} \{001\} \{110\} \{010\}$; $(110):(\bar{1}10) = 98^0 39'$; am anderen Pol $(0\bar{k}l)$ gerundet. Axenebene $\perp (010)$, erste Mittellinie nahe $\perp (001)$: Unsymmetrische Aetzfiguren auf (001) . Die Krystalle des Cinchotoxin, dargestellt von Miller und Rohde, sind mehr tafelförmig nach (001) ; $(110):(\bar{1}10) = 99^0 23'$; optisch gleich vorigen.

Methylcinchonin, aus Cinchotoxin dargestellt, ist identisch mit dem aus Cinchonin erhaltenen. Monoklin.

$$a:b:c = 4,236:1:0,657; \beta = 100^0 38'.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}, \{110\}, \{100\}, \{010\}, \{10\bar{1}\}$.

$$\begin{array}{l} (110):(\bar{1}\bar{1}0) = 101^0 3' \\ (110):(001) \quad 83 \ 49 \\ (\bar{1}01):(001) \quad 30 \ 0 \end{array}$$

Ref.: P. Groth.

19. A. Osann und E. Rudin (in Basel): Krystallform der Cineolsäure $C_{10}H_{16}O_5 + H_2O$. (Ebenda 3543).

Dargestellt von Rupe und Ronus. Schmelzp. 79^0 .

Rhombisch. $a:b:c = 0,9815:1:1,4771$.

Beobachtete Formen: $\{100\}, \{010\}, \{011\}, \{110\}$ und nur einmal beobachtet $\{122\}$ [wie die betreffende Fläche, welche jedenfalls einem Bisphenoid angehörte, auftrat, ist nicht angegeben. D. Ref.].

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	$*88^0 56'$	—
$(011):(\bar{0}\bar{1}1) =$	$*111 \ 49$	—
$(122):(011)$	$22 \ 44$	$22^0 52'$
$(122):(001)$	$58 \ 39$	$58 \ 54$

Spaltbarkeit $\{001\}$ vollkommen.

Doppelbrechung —, Axenebene (010) , erste Mittellinie c , $2V = 25\frac{1}{2}^0$, $\alpha = 1,4798$, $\gamma = 1,5220 Na$.

Ref.: P. Groth.

20. O. Luedecke (in Halle): Krystallformen einiger Hydroxylaminverbindungen (Ann. d. Chem. 1900, 311, 123, 127).

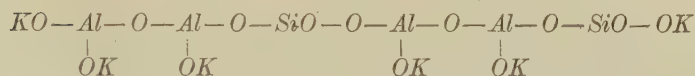
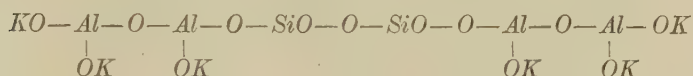
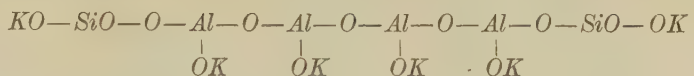
Platodihydroxylaminsulfat $Pt(NH_2OH.NH_2OH)_2SO_4 + H_2O$.

Dargestellt von Uhlenhuth. Krytalle aus verdünnter Schwefelsäure.

Triklin. Comb.: $\{001\} \{110\} \{1\bar{1}0\} \{h0\bar{l}\} \{\bar{h}kl\}$.

$$\begin{array}{l} (001):(100) = 98^0 53' \\ (110):(100) \quad 72 \ 23 \\ (1\bar{1}0):(100) \quad 73 \ 30 \end{array}$$

Beim Schmelzen mit Pottasche würden dann folgende Verbindungen entstehen:



Ref.: P. Groth.

23. H. Baumhauer (in Freiburg, Schweiz): **Ueber die krystallographischen Verhältnisse des Jordanit** (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, 577—590).

Die Untersuchung von vier ausgezeichneten Krystallen ergab folgende Resultate:

I. Combination: $\{040\}$, $\{430\}$, $\{250\}$, $\{420\}$, $\{230\}$, $\{440\}$, $\{240\}$, $\{464\}$, $\{454\}$, $\{444\}$, $\{434\}$, $\{424\}$, $\{444\}$, $\{464\}$, $\{154\}$, $\{434\}$, $\{424\}$, 444 , untergeordnet: $\{270\}$, $\{444.4\}$, $\{440.4\}$, $\{494\}$, $\{484\}$, $\{474\}$, $\{442.4\}$, $\{494\}$, $\{484\}$, $\{474\}$, $\{442.4\}$, $\{494\}$.

$$(444.4) : (040) = 240^\circ 47' \text{ (ber. } 240^\circ 49').$$

Die Winkel der übrigen, bereits bekannten, Formen stimmten genau mit den berechneten überein, daher ein Einfluss der Zwillingsbildung auf die Winkel nicht nachzuweisen ist.

II. Nicht ganz vollständig. Ein Zonenstück ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(448.4) : (040)$	$= 43^\circ 42'$	$43^\circ 48\frac{1}{2}'$
$*(447.4) : (040)$	$43^\circ 56\frac{1}{4}'$	$44^\circ 3\frac{1}{2}'$
$*(446.4) : (040)$	$44^\circ 46\frac{1}{4}'$	$44^\circ 54'$
$(445.4) : (040)$	$45^\circ 53\frac{1}{2}'$	$45^\circ 50\frac{3}{4}'$
$*(444.4) : (040)$	$46^\circ 59'$	$46^\circ 55'$
$*(443.4) : (040)$	$48^\circ 40\frac{3}{4}'$	$48^\circ 8'$
$(442.4) : (040)$	$49^\circ 34\frac{3}{4}'$	$49^\circ 32'$
$*(441.4) : (040)$	$24^\circ 44\frac{1}{4}'$	$24^\circ 49\frac{1}{2}'$

An einer anderen Stelle:

$*(233.2) : (040)$	$44^\circ 28'$	$44^\circ 28'$
$*(449.4) : (040)$	$42^\circ 33'$	$42^\circ 37\frac{3}{4}'$
$*(420.4) : (040)$	$44^\circ 55'$	$42^\circ 4'$

Die letzte Form nach der Beschaffenheit der betreffenden Fläche nicht sicher. Ferner wurden beobachtet: $\{464\}$, $\{454\}$, $\{444\}$, $\{434\}$, $\{424\}$, $\{838\}$, $\{404\}$.

$$(838) : (040) = 85^\circ 0\frac{1}{2}' \text{ (ber. } 85^\circ 0\frac{1}{2}').$$

Prismen: $\{290\}$, $\{440\}$, $\{430\}$, $\{250\}$, $\{420\}$, $\{230\}$, $\{410\}$, $\{240\}$ und folgende neue:

	Beobachtet:	Berechnet:
$*(190):(010)$	$= 12^0 41'$	$12^0 40'$
$*(170):(010)$	$16 \ 20\frac{1}{4}$	$16 \ 7$
$*(3.20.0):(010)$	$16 \ 53\frac{3}{4}$	$16 \ 52\frac{1}{2}$
$*(2.13.0):(010)$	$17 \ 19\frac{1}{4}$	$17 \ 17$
$*(160):(010)$	$18 \ 33$	$18 \ 37\frac{1}{2}$
$*(11.20.0):(010)$	$47 \ 54\frac{3}{4}$	$48 \ 2\frac{1}{2}$
$*(350):(010)$	$50 \ 23$	$50 \ 30\frac{1}{2}$

Endlich neben $(\bar{3}0\bar{1})$ noch sehr klein: $(\bar{3}6\bar{1})$, $(\bar{3}5\bar{1})$, $(\bar{3}3\bar{1})$, $(\bar{3}1\bar{1})$.

III. Hier wurden ausser $\{010\}$ folgende Flächen beobachtet: $(1\bar{3}\bar{1})$, $(2\bar{5}\bar{2})$, $(1\bar{2}\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(10\bar{1})$, $(11\bar{1})$, $(12\bar{1})$, $(13\bar{1})$, $(1\bar{4}0)$, $(2\bar{1}0)$, $(2\bar{3}0)$, $(1\bar{2}0)$, $(20\bar{1})$, $*(4\bar{3}\bar{2})$, $(4\bar{1}\bar{2})$, $(30\bar{1})$, $(3\bar{4}\bar{1})$, $(3\bar{3}\bar{1})$, $(3\bar{2}\bar{1})$, $(3\bar{1}\bar{1})$, $(30\bar{1})$, $*(5\bar{2}\bar{1})$, $*(5\bar{1}\bar{1})$, $(50\bar{1})$. Ferner sehr klein: $*(09\bar{2})$, $*(0\bar{4}\bar{1})$, $(07\bar{2})$, $(03\bar{1})$, $(05\bar{2})$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(4\bar{3}\bar{2}):(0\bar{1}0)$	$= 74^0 47'$	$74^0 44\frac{2}{3}'$
$(5\bar{2}\bar{1}):(0\bar{1}0)$	$79 \ 24\frac{1}{4}$	$79 \ 28$
$(5\bar{1}\bar{1}):(010)$	$84 \ 48\frac{1}{4}$	$84 \ 44\frac{1}{3}$
$(09\bar{2}):(0\bar{1}0)$	$39 \ 55$	$79 \ 55\frac{2}{3}$
$(0\bar{4}\bar{1}):(0\bar{1}0)$	$43 \ 4$	$43 \ 16\frac{1}{2}$

IV. Die Messungen lieferten folgende neue Flächen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$*(1.\bar{1}\bar{3}.1):(0\bar{1}0)$	$= 18^0 44\frac{3}{4}'$	$18^0 46\frac{1}{3}'$
$*(1.\bar{1}\bar{1}.1):(0\bar{1}0)$	$21 \ 20\frac{1}{2}$	$21 \ 19$
$*(12.3\bar{7}.12):(0\bar{1}0)$	$54 \ 6$	$54 \ 5\frac{1}{4}$

Mit den vorstehend erwähnten neuen sind nunmehr am Jordanit 127 Formen bekannt, welche der Verf. nochmals zusammenstellt. Die Symbole derselben bilden Reihen mit regelmässig wachsenden Zahlen, und je drei prismatische Formen, z. B. $\{110\}$, $\{121\}$ und $\{12\bar{1}\}$, entsprechen einer pseudoheagonalen Bipyramide. Auch die Symbole der vorhandenen Zonen, von denen namentlich an Krystall III eine Anzahl durch Messung geprüft wurde, bilden ähnliche Reihen. So sind folgende Zonen an dem Minerale nachgewiesen:

$\begin{bmatrix} 014 \\ 013 \\ 012 \\ 011 \\ 010 \\ 01\bar{1} \\ 01\bar{2} \\ \text{bis } 01\bar{5} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 129 \\ 127 \\ 125 \\ 123 \\ 121 \\ 12\bar{1} \\ 12\bar{3} \\ \text{bis } 12\bar{9} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 115 \\ 114 \\ 113 \\ 112 \\ 111 \\ 110 \\ 11\bar{1} \\ \text{bis } 11\bar{4} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 3.2.11 \\ 329 \\ 327 \\ 325 \\ 323 \\ 321 \\ 32\bar{1} \\ \text{bis } 32\bar{7} \end{bmatrix}$
--	--	--	---

Innerhalb der Ebene (010) liegen die Axen von zwölf Zonen, welche pseudoheagonalen Bipyramiden erster und zweiter Art, deren Basis $\{010\}$ ist, entsprechen, und nach diesen Zonen kann man die zahlreichen Flächen des Jordanit gruppieren; wenn auch innerhalb derselben noch nicht alle einzelnen möglichen Formen nachgewiesen sind, so dürften doch weiter gefundene sich auf jene Zonen beschränken, entsprechend dem ausgezeichneten pseudoheagonalen Charakter des Minerals.

Ref.: P. Groth.

24. E. E. Basch (in Berlin): **Künstliche Darstellung des Polyhalit** (Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, 1084—1085).

Da der Polyhalit $(SO_4)_4Ca_2MgK_2 \cdot 2H_2O$ durch Anhydrisirung von Bittersalz $SO_4Mg \cdot 7H_2O$ und Syngenit $(SO_4)_2CaK_2 \cdot H_2O$ unter Abspaltung der Hälfte Kaliumsulfat entstanden gedacht werden kann, brachte der Verf. eine Lösung von 6,5 Na_2Cl_2 , 7,5 K_2Cl_2 , 52 $MgCl_2$, 16,5 SO_4Mg in 1000 Theilen Wasser mit Bittersalz und Syngenit zusammen; bei 56^0 war nach 24 Stunden der letztere in eine homogene Krystallmasse von der Zusammensetzung des Polyhalit umgewandelt.

Noch einfacher gelang dessen Synthese auf folgendem Wege: 48 g SO_4K_2 in 500 g, H_2O , mit 8 g Gyps versetzt, bildet nach 20 Min. einen Brei von Syngenit; man fügt 60 g $SO_4Mg \cdot 7H_2O$ und 333 g $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ zu und lässt bei 56^0 etwa 40 g H_2O abdunsten; wenn die feinen Syngenitnadeln verschwunden sind, hat man nach dem Abfiltriren und Auswaschen 13 % Polyhalit. Die Mutterlauge giebt beim Zusatz der drei Sulfate bei 56^0 das Mineral von Neuem.

Ref.: P. Groth.

25. R. Koechlin (in Wien): **Ueber Simonyit- und Glauberitkrystalle von Hallstatt** (Annalen d. k. k. naturhist. Hofmus. Wien 1900, 15, 403—410, m. 4 Taf.).

Derselbe: **Ueber Glauberit vom Dürnberge bei Hallein** (Ebenda 149—152).

Der zuerst 1869 durch Tschermak von Hallstatt beschriebene Simonyit (Bloedit) wurde daselbst neuerdings in schönen Krystallen gefunden auf dichtem rothem Polyhalit, der breccienartig zertrümmert und oberflächlich verändert ist, mit Anhydrit in Krystallen und späthigen Partien, und als jüngere Bildung Krystalle von Steinsalz, Gyps und Glauberit.

Blödit. Ein Theil der Krystalle war oberflächlich etwas verwittert. Die Analyse (von E. Brezina) ergab:

SO_3	47,45	berechnet: 47,90
MgO	12,16	11,98
Na_2O	19,79	18,56
H_2O	20,99	21,56
	<hr/> 100,39	<hr/> 100,00

Von dem Wasser entweicht etwas mehr als $\frac{2}{3}$ bei ca. 108^0 , das übrige bei ca. 200^0 .

Die gewöhnlichen Formen der grösseren Krystalle sind: $\{001\}$, $\{201\}$, $\{210\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{021\}$; untergeordnet und besonders an den kleineren, oft sehr verzerrten Krystallen wurden noch beobachtet: $\{010\}$, $\{120\}$, $\{320\}$, $\{310\}$, $\{111\}$, $\{121\}$, $\{131\}$, $\{212\}$, $\{114\}$, $\{124\}$, $\{214\}$, $\{224\}$, $\{314\}$.

Da die bisherigen Messungen des Mineralen durch verschiedene Autoren nicht genau übereinstimmen, so wurden die Elemente durch Messung einer grösseren Zahl von Krystallen genauer als bisher bestimmt:

$$a : b : c = 1,3492 : 1 : 0,6717; \beta = 100^0 48\frac{1}{2}'.$$

Es mögen daher einige der wichtigsten Winkel aus der Tabelle des Verfs. hier reproducirt werden.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(001) : (\bar{2}01) =$	—	*50° 45'
$(111) : (011)$	24° 44½'	21 3
$(011) : (\bar{1}11)$	23 42	23 42
$(210) : (\bar{2}\bar{1}0)$	67 3½	67 4
$(110) : (\bar{1}10)$	74 4½	74 2
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	57 42	57 41
$(011) : (001)$	—	*33 25
$(\bar{1}11) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	65 47	65 47
$(\bar{2}01) : (\bar{2}11)$	—	*27 25
$(111) : (110)$	46 36	46 34
$(111) : (001)$	36 55	36 54
$(\bar{1}11) : (001)$	42 40½	42 40

Glauberit von Hallstatt, bisher noch nicht sicher nachgewiesen, fand sich mit den eingangs erwähnten Mineralien in 1—3 mm grossen Krystallen, zum Theil Drusen bildend in Klüften und Höhlungen des Polyhalit. Combination: {001} vorherrschend, {111}, {110}, {100}, {023}, {021}, {311}.

Glauberitkrystalle vom Dürnberge bei Hallein waren schon 1888 nach Wien gelangt und fanden sich neuerdings wieder daselbst im Anhydrit; sie sind auf einer Gypskruste aufgewachsen und von jüngeren Steinsalzkrystallen der Comb. {100}, {210} begleitet. Der Glauberit bildet farblose, tafelförmige, bis 3 cm lange Krystalle und zeigt folgende Formen: {001}, {111}, untergeordnet: {100}, {110}, {023}, {021}, *{223}, {111}, {113}, {311}.

$$(223) : (001) = 34^{\circ} 48', \text{ her. } 34^{\circ} 51'.$$

Die Flächen {001} und {111} gestatten, wie auch an den Krystallen anderer Vorkommen, keine genauen Messungen.

Ref.: P. Groth.

26. J. M. van Bemmelen (in Leiden): Ueber das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1900, 22, 313—379).

Die mitgetheilten Untersuchungen, bei denen C. Hoitsema und E. A. Klobbie mitgewirkt haben, sind an drei Orten im niederländischen Diluvium vorgenommen worden und werden mit einer ähnlichen Bildung in den Niedermooren von Mecklenburg (nach Gaertner) verglichen. In den durchforschten Niedermooren fanden sich Nester mit weissem amorphem Ferroc carbonat, neben welchem etwas krystallinischer Eisenspath und Vivianit vorkommen. Die weisse Substanz geht an der Luft sehr rasch in hellrothes, amorphes colloidales Eisenoxyd, schliesslich in theils gelb-, theils rothbraune Oxydationsproducte über. Das beigemengte mikrokry stallinische Ferroc carbonat erhält sich Jahre lang unverändert. Die Bildung der Nester wird erklärt durch die Annahme, dass ein eisenhaltiges Bodenwasser in Gruben und Wasserläufen während der Bildung des Moores stagnirt und Eisenoxyd abgesetzt hat, welches nachher zu Ferroc carbonat reducirt wurde. Anhäufungen von Raseneisenerz (Yzeroer) bestehen im Allgemeinen aus einem Absatze von Eisenoxydhydrat im diluvialen Sande unter dem Moore in niedrig gelegenen Bruchländern im Bereiche eisenhaltiger Quellen, wo Eisen als Ferroc carbonat beim periodischen Steigen und Fallen des Wassers zugeführt und als Eisenhydroxyd abgesetzt wird. Manche dieser Erze enthalten daneben mikrokry stallinischen Eisenspath und Vivianit. Vom Eisenphosphat

finden sich folgende Modificationen: a) eine weisse, an der Luft blau werdende; b) eine nicht blau werdende Substanz, die beim Trocknen graulichgelb bis braun wird; c) Krystallanhäufungen mit (c_1) blauem oder (c_2) metallischem Reflexe; d) »Wärzchen« und »Aestchen« in kleinen Hohlräumen eingeschlossen. Die sub a) erwähnte Substanz erscheint unter dem Mikroskope als ein höchst feines Pulver, zum Theil in Form zusammenhängender Klümpchen; mit Wasser zeigt ersteres die Brown'schen Bewegungen. Im reflectirten Lichte erscheint es blau, die Klümpchen dunkelblau. Im durchfallendem Lichte ist das Pulver schmutzigweiss. Die Farbe der grösseren Partikel erscheint im || polarisirten Lichte intensiver. Kanten oder Flächen sind im Allgemeinen nur selten zu erkennen. Aggregate mit deutlichem Pleochroismus und || Auslöschung trifft man nur vereinzelt. Die nicht blau werdende Substanz (b) ist im Wesentlichen amorphes Ferriphosphat (»amorpher Beraunit«). Die Krystallaggregate (c_1) sind Vivianit und zeigen im Vergleiche zu a) grössere Dimensionen. Im polarisirten Lichte \perp (100) betrachtet, wobei die lamellare Structur hervortritt, erscheinen die Krystalle bei || Auslöschung blau, nicht nur an den Verwachsungsseiten der Lamellen, sondern stellenweise auch in den Lamellen. \perp (010) betrachtet sind die Krystalle farblos, bei nicht || Auslöschung. Die Krystalle (c_2) treten vereinzelt oder zu fächerförmigen Gruppen vereinigt in Höhlen des Limonites auf, sind glashell, \perp (010) farblos, sie löschen in dieser Stellung unter einem Winkel von $28-30^\circ$ aus. Die Doppelbrechung ist schwach. c_2 ist von c_1 nicht verschieden. \perp (100) zeigt c_2 bei || Auslöschung nur stellenweise die blaue Farbe. Die von blauen Stellen fast freien Kryställchen von c_2 sind reines Ferrophosphat $[FeO]_3P_2O_5 \cdot 8H_2O$. Die sub d) genannte Vivianitform bildet im Gemenge mit krystallinischem Ferrocarbonat kleine cylindrische oder radialstrahlige Aggregate, die auch geringe Mengen der beiden entsprechenden Calciumverbindungen enthalten. Den einzelnen Aestchen, aus denen Vivianitnadeln hervorragen, dienen Pflanzenfasern als Krystallisationsunterlage. Das Ferrophosphat ist zum Theil in Säuren viel schwerer löslich als andere Vivianitkrystalle, ist nicht dichroitisch und wird es auch nicht durch wässriges Hydroperoxyd; in der Schwingungsrichtung des Polarisators ist es durchsichtig, \perp dazu weniger pellucid und grau.

Mikrochemisch wurde festgestellt, dass der Pleochroismus durch eine Ferri-Verbindung hervorgebracht wird, deren Menge nicht gross zu sein braucht. Die Oxydation kann durch 3%iges Hydroperoxyd hervorgebracht werden. Die Krystalle werden dabei \perp (100) intensiver blau und schliesslich opak; \perp (010) werden sie fahlbraun, bleiben aber pellucid und behalten ihre krystallinische Structur bei. Verf. ist geneigt, Mischkrystalle in fester Lösung anzunehmen, derart, dass bei fortschreitender Oxydation die Beraunittheile bis zum Ueberwiegen zunehmen.

Die zur Vivianitbildung nöthige Phosphorsäure ist wahrscheinlich grösstentheils organischen Ursprunges, und die im Grundwasser enthaltenen sauren Phosphate haben sich in den Concretionen innerhalb der Moore mit dem Eisenoxyd, unter reducirender Mitwirkung von colloidalen Humusstoffen, oder mit Ferrocarbonat zu Vivianit umgesetzt. Dieser häufte sich in den Hohlräumen der Eisenerzabsätze an. Gewisse Raseneisenerze, die unter dem Rasen niedrig gelegener, morastiger Stellen im Bereiche von Quellen aus Ferrobicarbonat führendem Wasser abgesetzt worden sind, enthalten auffälligerweise weder Eisenspath, noch Vivianit.

Ref.: E. Düll.

27. K. Hinterlechner (in Wien): **Vorläufige Mittheilungen über die Basaltgesteine in Ostböhmen** (Verh. k. k. geolog. R.-Anst. 1900, 110—118).

Derselbe: **Ueber Basaltgesteine aus Ostböhmen** (Jahrb. k. k. geolog. R.-Anst. Wien 1900, 50, 469—526).

Im Nephelin-Tephrit des Kunětitz Berges bei Pardubitz finden sich, nach der Häufigkeit geordnet, folgende Drusenminerale: Calcit; säulenförmiger, weisser oder farbloser Natrolith; grauer, röthlicher, farbloser oder weisser Analcim {211}; weisser bis grünlichweisser, auch brauner Strontianit in halbkugeligen, radialfaserigen oder concentrisch-schaligen Aggregaten; Pyrit {400} auf Calcit, {100}. {111} auf Natrolith, {h k 0} oder derb auf Quarz; ferner sehr selten Quarz und Bleiglanz. Die paragenetische Reihe ist: Analcim, Natrolith, Calcit oder Quarz, Pyrit oder Galenit und Limonit als Pseudomorphose nach Pyrit. Letzterer sitzt mitunter direct auf dem Tephrit. Calcit kommt in Rhomboëdern mit {1010} oder mit {1010} und {0001} säulenförmig, bis 2 cm lang, vor, {1010} oft mit Aetzfiguren, selten mit Pyritdendriten bedeckt. Dünntafelige Rhomboëder bilden Papierdrusen. Auf Klüften bildet Bergmilch bald zarte Anflüge, bald bis zu 3 cm dicke Lagen. Natrolith kleidet auch in Form feinfaserig struierter Krusten von weisser, brauner, gelber oder rosenrother Farbe Hohlräume aus. Analcim fand sich öfters kalkhaltig. Der Strontianit enthält 6,80% CaCO_3 .

Der Limburgit des Spojiler Ganges enthält pistaziengrüne Augiteinsprenglinge, beiderseits zugespitzte Prismen bis 2 cm lang, fast 1,5 cm breit; ausserdem etwas kleinere Körner und Krystalle von Olivin. Kleine braune Olivinkrystalle und schwarze, glasglänzende Augitkrystalle sind makroskopisch auch in Limburgitfindlingen von Vinice zu erkennen.

Ref.: E. Düll.

28. E. Döll (in Wien): **Ueber einige Pseudomorphosen aus Brasilien** (Verh. k. k. geolog. R.-Anst. 1900, 148—150).

Derselbe: **Pyrolusit nach Rhodonit, Quarz nach Rhodonit, Limonit nach Karpholith, drei neue Pseudomorphosen** (Ebenda 372—373).

Pyrophyllit nach Cyanit aus der Umgebung von Ouro Preto, in der Falte eines Hornblendeschiefers sitzend, lässt im excentrisch strahligen Umwandlungsproducte stellenweise die Form breitstengeligen Cyanites erkennen, von welchem Reste erhalten sind. Diese lassen Beginn und Fortschreiten der Pyrophyllitbildung wahrnehmen. Zunächst vermindert sich die Härte, dann erscheinen von den schmalen Rändern aus die Bündel der neuen Substanz. Eine gleichartige Pseudomorphose von Morro do S. Vicente (ebenfalls in Minas Geraës) besteht aus lebhaft grünlichblauem Cyanit. Gleichfarbiger Pyrophyllit erscheint darin stellenweise. An den Rändern sitzt viel Quarz.

Muscovit nach Cyanit aus dem Tunnel dos Maranhos bei Barbacan (Minas Geraës), von Limonit begleitet, gleicht den entsprechenden alpinen Vorkommen.

Neu ist dichter, brauner Limonit nach Staurolith von Caldas (Minas Geraës), ein 1,5 cm langer, loser, schiefer Durchkreuzungszwilling {110}. {001}, vergleichbar dem durch v. Zepharovich beschriebenen Vorkommen von Teschau und Krottensee in Böhmen (Hintze's Handbuch).

Röthel nach Aktinolith von Estagão do bruceiro, Rio verde, enthält noch viel Aktinolith beigemengt, zum Theil frische, glasglänzende, vollkommen

spaltbare Stengel, meist aber weisslich verfärbt, matt; auf den Aussen- und Theilungsflächen erscheint Röthel, der den Aktinolith stellenweise völlig ersetzt.

Limönit nach Hydrargillit von Villa Rica stellt grossnierenförmige, krummschalig zusammengesetzte Stücke dar; die einzelnen Schalen sind \perp gegen die Schalenflächen \parallel faserig. Eine Schale ist zum Theil in faserigen Limönit ungeändert; im Uebrigen erscheint der Hydrargillit ganz frisch. Eine andere Schale ist ganz durch Limönit ersetzt. Auch der die Basis der Stufe bildende Limönit erweist sich durch seine Structur als Pseudomorphose, desgleichen auf der Oberfläche der Nieren liegende Limönitstücke, die Hydrargillitreste enthalten. An einem zweiten Stücke ist die 10 cm mächtige Limönitmasse, wie das ursprüngliche schalige Mineral fast dicht und sehr porös. Diese Pseudomorphosen beweisen die Fortführung der Thonerde.

Rotheisen nach Pyrit aus der Gegend von Ouro Preto. In einem eisen-schüssigen Sandsteine sind einige glattflächige Würfel. Im Inneren derselben blieb ein Fachwerk von Rippen übrig, grösstentheils Limönit; die Wände der Würfel sind dichter Hämatit. An den Wänden der Hohlräume ist der Limönit meist sehr kleinierig. Schwefel bildet in den Höhlungen dünne Häutchen oder flächenreiche Kryställchen.

Rhodonit vom Friedkogel bei Gross-Veitsch in Steiermark zeigt an einer sonst gelblichweissen Masse eine stengelige Partie vollständig in dichten Pyrolusit ungeändert. Am gleichen Handstücke ist weisser, dichter Quarz nach Rhodonit, anscheinend unter Ausscheidung von sprudelsteinähnlichem Kalke gebildet, zu treffen.

Ein Karpholith, von Schlaggenwald, auf Quarz, von Flussspath und Limönit nach Eisenspath begleitet, ist auf eine Tiefe von 1 cm zu Limönit geworden, der Karpholithstructur zeigt.

Ref.: E. Düll.

29. C. v. John (in Wien): Ueber einige neue Mineralvorkommen aus Mähren (Ebenda S. 335—344).

1. Triplit von Wien bei Gross-Meseritsch füllt ein Nest im Pegmatit und ist häufig mit Feldspath verwachsen, besonders häufig aber mit grossblättrigem Muscovit. Ziemlich derbe, dunkelbraune, dichte Stücke zeigen auf frischen, fast muscheligen Bruchflächen Fettglanz.

Analysenergebniss vgl. nächstfolgendes Referat.

Als Formel berechnet sich $RF_2 + 3RO.P_2O_5$ oder $RF_2 + R_3P_2O_8$, wo- von $R = Fe, Mn$; $Fe : Mn = 1 : 1$.

Der Triplit von Wien ist viel dunkler und weniger glänzend als der von Schlaggenwald.

2. Phosphate von Cyrillhof bei Gross-Meseritsch. a) Dunkelrothbraunes Phosphat, amorph, mit Fettglanz auf fast muscheliger Bruchfläche, frei von Fluor, ist nach der mitgetheilten Analyse $9R_3P_2O_8 + (R_2)_2P_4O_{16}$. $R = Fe, Mn, Ca$, untergeordnet Na_2, K_2, Mg . $R_2 = Fe_2, Al_2$. b) Ein schwarzes Phosphat (sonst wie a) ist im Wesentlichen ein wasserhaltiges Gemenge von Manganophosphat mit einem Ferriphosphat $(Fe_2)_2P_2O_{11}$. c) Dunkel schwarzbraune Phosphate mit fast erdigem Bruche sind Gemenge von wasserhaltigen Phosphaten, vorwiegend $(Mn, Ca, Fe)_3P_2O_8 + n(Fe_2)_3P_2O_{14}$.

3. Nontronit (Chloropal) von Gdossau und Pulitz bei Jamnitz ist gelbgrün, theils erdig, theils fettig anzufühlen und dicht, uneben oder erdig brechend. Die Zusammensetzung stimmt sehr gut auf die Formel $(Fe_2)Si_3O_9 \cdot 5H_2O$.

	Analyse:	Berechnet:
SiO_2	41,80	41,87
Al_2O_3	0,94	—
Fe_2O_3	35,29	37,24
CaO	1,04	—
MgO	0,92	—
H_2O	20,36	20,92
	100,32	100,00

Ref.: E. Düll.

30. F. Kovář und F. Slavík (in Prag): Ueber Triplit von Wien und Cyrillhof in Mähren und seine Zersetzungsproducte (Verh. k. k. geol. R.-Anst. Wien 1900, 347—404).

Die Verf. fanden am Wiener Triplitfundorte u. a. bis 6 cm lange und 3 cm breite, terminal durch $\{0004\}$, $\{0224\}$ begrenzte Turmaline, auch gute Krystalle von Rauchquarz und gemeinem Quarz, den Triplit in Stücken bis über 20 cm gross. Die frischesten Stücke stimmen in den meisten Merkmalen mit der Beschreibung C. v. John's (S. 641) überein, zeigen aber noch deutliche Spaltrisse in zwei zu einander \perp Richtungen. Härte = 5,5, spec. Gew. 3,894—3,908, Mittel 3,901; leicht schmelzbar.

Chemische Analysen von Wiener Triplit:

	1. (F. Kovář)	2. (F. Herles)	3. (C. v. John) (vgl. vor. Ref.).
Fe_2O_3	2,80	4,26	—
FeO	26,10	24,31	31,03
MnO	29,17	29,85	31,05
MgO	4,58	4,74	Spur
CaO	0,49	0,56	1,42
P_2O_5	31,67	30,89	31,29
H_2O	4,16	4,20	—
F	1,14	deutl. Spur	8,17
CO_2	Spur	0,59	—
SiO_2	0,84	0,35	K_2O 0,72
	100,92	99,75	Na_2O 0,52
—O für F	0,47		104,20 (ohne Correctur des O-Gehaltes).
	100,45		

Aus 1. und 2. berechnet sich die Formel $(Mn, Fe, Mg)_2PO_4(F, OH)$.

Unter dem Mikroskope löscht der Wiener Triplit in der ganzen Ausdehnung des Schliffes einheitlich aus und zwar \parallel zu den Spaltrichtungen. Die Richtung besserer Spaltbarkeit ist diejenige der geringeren optischen Elasticität. Pleochroismus: \parallel der genannten Richtung bräunlichgelb bis farblos, \perp dazu stärkere Absorption, Farbe hellbraun mit Stich ins Olivengrüne. $n > 1,545$, Doppelbrechung etwa = der des benachbarten Feldspathes.

In den Tripliten nehmen Farbenintensität und Grösse der Absorptionsunterschiede mit der Grösse der Umwandlung (Zunahme des Fe_2O_3 , Abnahme des F) zu. Von Spaltrissen und Sprüngen aus dringen dunkelrostbraune Eisen- und Manganhydroxyde flecken- und aderförmig in die Triplitmasse ein. Dazwischen ist neugebildeter Dufrenit mikroskopisch nachweisbar.

Dufrenit kommt reichlicher als schmutzig-grüner Ueberzug auf zersetztem

Triplit von Cyrillhof vor, von welchem frische Stücke durchaus dem Wiener Material gleichen. Als Neubildung tritt ferner ein wasserhaltiges Ferro-Mangano-phosphat auf. (Vgl. Analyse IV.)

Kovář's Analysen von Cyrillhofer Phosphaten, nach Abzug eines unlöslichen Rückstandes auf 100 berechnet:

- I. Möglichst frischer Triplit, demjenigen von Wien sehr ähnlich (der Ersatz von F durch OH und von FeO durch Fe_2O_3 weiter vorgeschritten);
- II. stark umgewandelte Partien mit höheren Oxyden des Mangans (von allen untersuchten Cyrillhofer Phosphaten das vorgeschrittenste Zersetzungsstadium);
- III. Dufrenit, möglichst frei von Hämatitstaub;
- IV. Gemenge von Dufrenit, farblosem Phosphat, Triplitresten und Hydroxyden.

	I.	II.	III.	IV.
Fe_2O_3	7,91	42,24	57,71	5,94
FeO	33,92	—	—	44,65
Mn_2O_3	—	18,50	1,51	—
MnO	18,22	—	—	3,07
Al_2O_3	—	0,40	0,37	0,14
CaO	1,29	1,92	0,61	0,50
MgO	0,41	0,63	0,23	0,13
Alkalien	0,19	0,72	—	—
P_2O_5	32,98	20,00	29,54	33,44
H_2O	4,55	15,59	10,03	12,13
F	0,90	—	—	—
	<hr/> 100,37	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00
	—0,37			
	<hr/> 100,00			

III. führt ungezwungen zur Dufrenitformel $Fe_2(OH)_3PO_4$. Der Gehalt an Mn_2O_3 hängt mit der Entstehung aus dem Triplit zusammen.

Den frischesten Triplit stellt die v. John'sche Analyse des Wiener Minerals (S. 642) dar. Die Analysen 1, 2 und I zeigen, dass der Triplit zuerst in Triploidit übergeht, wobei zugleich die Bildung der höheren Oxydationsstufe von Fe - und Mn -Phosphat beginnt. In den folgenden Stadien zerfällt die Triploiditsubstanz in Gemenge von Oxydul- und Oxydphosphat mit freien Hydroxyden.

Ref.: E. Düll.

31. F. Rinne (in Hannover): **Skizzen zur Geologie der Minahassa in Nord-Celebes** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1900, 52, 327—347).

Derselbe: **Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes** (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1900, 24, 474—503).

Warme Quellen und Bäche zwischen Manimporok und Saputan setzen in Becken Kalksinter ab. Schwarzer oder bräunlicher Opal, mit gelblichem bis bräunlichem Kieselsinter verbunden, beide zum Theil erfüllt mit Pflanzenfragmenten, sind in der Umgebung des Dorfes Sonder reichlich in vulkanischen Tuff eingelagert. Auch am Walirang-Felsen, einer in vulkanischer Wüste im Saputangebirge hochgelegenen Solfatara, sind einzelne Gesteine durchaus — abgesehen vom Quarz — opalisiert und dadurch völlig gebleicht. In der isotropen Masse heben sich die früheren Feldspäthe durch klare Durchsichtigkeit

gegen den gelblichen Untergrund ab. Die Strukturverhältnisse sind erhalten geblieben. Schöne Hyalitkrusten findet man auf Andesit am Wege Tondano-Ajer madidi. Quarzabsätze und Imprägnirungen mit Pyrit bilden sich im Bereiche heisser Quellen und Fumarolen u. a. am Kratersee von Linou. Am Gunung (=Berg) Dup (Doo, Dob, Dub) bei Kotabuna durchschwärmen den durch Thermalwirkung verkieselten Dacit bezw. Andesit 1—2 cm breite Schnüre goldhaltigen Quarzes, mit Pyrit, Bleiglanz und Blende. Bis 4 cm grosse Augiteinsprenglinge mit Erz- und Plagioklaseinschlüssen im Augitdacit von Kotabuna sind Pseudomorphosen nach Hornblende. Aehnliche Umwandlungen führten am G. Supit bei Belang zur Erzeinlagerung und zur Bildung von Alunit aus Plagioklas. Am Totok finden sich goldhaltige Quarzabsätze in Hohlräumen alttertiären Kalksteines. Das Gold bildet auf und im Quarz meist kleine Flitter, Zähnen und Blättchen. In den Höhlungen des Diabasmandelsteines der Insel Bentenan findet sich öfter opalähnliche Kieselsäure abgesetzt. Quarzgänge von ebenda enthalten Pyrit eingesprengt; Quarz von Popo führt Kupferkies und Pyrit, zum Theil auch Goldflitter. In grauschwarzen Bimssteinen von Tonsea lama (am Wege nach Ajer madidi), ferner bei Tanggari und zwischen Tondano und Kakas bei Eris fallen makroskopische Schüppchen von Eisenglanz mit schönen, meist kupferrothen Anlauffarben auf.

Verf. schlägt für alle rhombischen Augite den Sammelnamen Orthoaugit vor, da man bei petrographischen Untersuchungen nicht immer bestimmt zwischen Enstatit, Bronzit und Hypersthen unterscheiden kann.

Ref.: E. Düll.

32. E. Cohen (in Greifswald): **Meteoreisen-Studien X** (Ann. d. k. k. nat. hist. Hofmus. 1900, 15, 74—94).

Derselbe: **Meteoreisen-Studien XI** (Ebenda 351—391).

Derselbe: **Das Meteoreisen von Surprise Springs, Bagdad, San Bernardino Co., S.-Californien** (Mittlgn. d. nat.-wiss. Ver. f. Neuorpomm. u. Rügen 1900, 33).

Derselbe: **Die beiden Meteoreisen von Los Muchachos, Tuscon, Arizona** (Separatabz. ohne Ort und Jahr).

Derselbe: **Zusammenfassung der bei der Untersuchung der körnigen bis dichten Meteoreisen erhaltenen Resultate** (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1900, 1422—1435).

X. 4. Saltriver, Kentucky, ist ungewöhnlich reich an Phosphornickel-eisen, zum Theil in rundlichen Körnern bis 0,25 mm Grösse, zum Theil in gestreckten bis 0,5 mm, ausnahmsweise bis 4 mm langen Individuen. Kleinere Schreibersite häufen sich gleichmässig dicht; um säulenförmige Krystalle liegen sie spärlich und unregelmässig. Schreibersit wird allgemein von Lamellen aus grauem Kamazit und Taenit umgeben, die auch ohne Schreibersit vorkommen. Winzige Lamellen Plessit bilden in den schreibersitärmeren Theilen einen zusammenhängenden Untergrund. (Nickel-eisen siehe Tabelle S. 645 II d.)

2. Toluca, Mexico. Die Aetzgrübchen und Feilhiebsstellen treten im Kamazit stark zurück. Die Balken sind fleckig, meist ohne Abkörnung, die Flecken meist unscharf begrenzt. Der orientirte Schimmer ist sehr stark, der Taenit ungewöhnlich kräftig entwickelt.

3. Capland, Gegend von Graaff Reynet, S.-Afrika (Capeisen). Der grösste, 6 mm lange und 1 mm breite Troilitkrystall ist spindelförmig und enthält || zur

Längsrichtung Daubrélithlamellen mit kräftigem bläulichschwarzem Reflexe. Ein 3 mm langer und fast 1 mm breiter Troilit ist ausgesprochen hemimorph, am einen Ende spitz pyramidal, am anderen mit gerader Endfläche; er ist aus feinen Lamellen von Daubrélith und Troilit zierlich aufgebaut. Ein Troilitkorn schliesst Daubrélith ein und wird von Schreibersit schmal umsäumt. Letzterer bildet auch Gruppen glänzender Pünktchen und Nadeln. Poröse Partien von Nickeleisen, in denen sich $FeCl_2$ ansammelt, rosten leicht. Nach Jahren erschöpft sich der Vorrath an $FeCl_2$, und das Rosten hört auf. (Analyse des Nickeleisens s. u. IXe.)

4. Babbs Mill, ca. 15 km n. Greenville, Green Co., Tennessee.

I. Troost'sches Eisen. (Analyse von Nickeleisen s. u. XVIIIe.)

II. Blake'sches Eisen. Bei schwachem Aetzen wird das Nickeleisen firniss-artig glänzend, bei stärkerem nimmt die Schlifffläche matten sammetartigen Schimmer an; die ganze Aetzfläche behält ein gleichmässiges Gefüge. In einer Platte des Wiener Blockes fand sich ein 3 mm grosser Graphitknollen. Das Eisenchlorür wandert nach den wenigst compacten Stellen. Der Phosphorgehalt beschränkt sich auf eine geringe Spur. (Die Analysendata XVIe und XVIIe beziehen sich auf Blake'sches Eisen im Green Co. 1876.)

	II d.	IXe.	XVIe.	XVIIe.	XVIIIe.
<i>Fe</i>	90,94	83,30	88,22	88,22	84,41
<i>Ni</i>	8,23	15,65	11,07	11,01	17,41
<i>Ca</i>	0,80	0,95	0,66	0,72	1,65
<i>Cu</i>	0,04	0,03	—	—	0,03
<i>C</i>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,07
<i>Cr</i>	—	0,04	0,02	0,02	0,03
	400,00	400,00	400,00	400,00	400,00
Spec. Gew.	7,6786	7,8624	—	—	—

XI. 4. Illinois Gulch, Deer Lodge Co., Montana, Ver. St., zerlegt sich beim Aetzen in durchschnittlich 2 mm grosse, meist isometrische Felder, von denen jedes für sich einen schimmernden Reflex liefert. Die Aetzfläche zeigt grosse Aehnlichkeit mit den körnigen Partien von Forsyth. Schreibersit ist mikroskopisch nicht deutlich zu erkennen, andere accessorische Gemengtheile gar nicht. (S. S. 647 u. Ic.)

2. Deep Springs Farm, Rockingham Co., N.-Carolina, Ver. St. Das sehr leicht rostende Nickeleisen enthält sehr viel Chlor. Auch bei starker Vergrösserung ist eine Zerlegung der äusserst feinkörnigen Aetzfläche nicht erkennbar. Accessorisch Schreibersitflitter und sehr kleine Rhabditstäbchen. (S. u. IIc.)

3. Hammond, St. Croix Co., Wisconsin. Schmale Partien von Nickeleisen sehen den Balken eines Oktaëdriten scheinbar ähnlich. Ein mattes, etwas dunkleres Nickeleisen füllt die Lücken aus. Das ganze Nickeleisen baut sich aber aus Körnern auf, welche in den helleren Partien etwas grösser sind als in den dunkleren. Körner und Flitter von Schreibersit sind reichlich vertreten. Grössere, längliche Schreibersite ordnen sich zu 1,5–2 cm langen federförmigen Gebilden. (S. u. IVf.)

4. Cacaria, Durango, Mexico, a) aus der Wiener Sammlung, zerlegt sich beim Aetzen in geradlinig begrenzte Felder, schliesslich in Körner mit je gleich orientirtem Schimmer. Schreibersit ist nicht sicher zu erkennen. (S. u. Vc.) b) Cacaria, von Ward erworben, verhält sich beim Aetzen ähnlich wie das Wiener Stück. (S. u. VI d.) In Hammond und Cacaria scheinen Taenit und

schwarze Partikel die ältesten Ausscheidungen zu sein, welche ein netzförmiges Gewebe bilden, dessen Fäden sich Oktaëderflächen \parallel ordneten.

5. Mezquital, Durango, Mexico, enthält Schreibersit. (S. u. VIIc.)

6. Bückeberg, Obernkirchen, Prov. Hessen-Nassau. Die Aetzlinien sind spärlicher und undeutlicher, als sonst bei schraffirtem Kamazit; Taenit tritt deutlich hervor. Die Felder bestehen aus Plessit; accessorisch sind Schreibersit und Troilit vorhanden, letzterer in schmalen, bis 7 mm langen Partien. (S. u. VIII d.)

7. Murphy, Cherokee Co., N.-Carolina, ist im untersuchten Stücke frei von Troilit und Daubréolith. (S. u. Xe.)

8. Saint François County, S.-O.-Missouri. Ausser einigen wenigen, aus Kamazitstäbchen und zwischengelagerten Taenitblättchen aufgebauten Feldern kommen felderähnlich aussehende Partien vor, die aus einer Lamelle mit durchlaufenden Aetzlinien bestehen. Vereinzelt ragen in ein solches Kamazitindividuum kammförmige Fortwachsungen des einhüllenden Taenites herein. »Cohenitrippen«, die aber bei der chemischen Untersuchung sich in der Hauptsache als Schreibersit erwiesen, finden sich in Form von Körnern und schmalen Säulchen; andererseits trifft man grössere hieroglyphenförmige Schreibersite. Schreibersit kommt genau wie Cohenit im Kamazit eingebettet vor; beide Einlagerungen können nur durch nähere Prüfung isolirter Krystalle unterschieden werden. (S. u. XI d.)

9. Cosby's Creek, Cocke Co., Tennessee. Nur vom Schreibersit liess sich reines Material, kleine Körner und Flitter, gewinnen. (S. u. XIId, XVc, XII.)

10. Cañon Diablo, Crater Mountain, Arizona, enthält reichlich Cohenit und ist frei von Diamant. Die Cohenitkrystalle (s. u. XVIc) zeigen eine zur Unterscheidung von Schreibersit dienliche Anlauffarbe und sind auffallend oft mit Taenit und zackigen Stücken verwachsen. Taenit bildet dünne, biegsame, isolirte oder lamellar zusammengesetzte, leicht gelblich oder graulich anlaufende Blättchen. (S. u. XIXc.)

11. Magura, Szlanicza, Arva, Ungarn, gestattete die Isolirung von Körnern und Flittern Schreibersit. (S. u. XXI, XXIIIc.)

12. Quesa, Prov. Valencia, Spanien. (S. u. XXVc.)

13. Merceditas, Chañaral, Chile. Der Kamazit wird durch Risse in Körner zerlegt, eine Absonderungserscheinung. Taenit ist kräftig entwickelt. Selten finden sich mit dunklem dichten Plessit erfüllte Felder. (S. u. XXVIIc.)

14. Thunda, Windorah, Distr. Diamantina, Queensland, Austr. Kamazit, ohne erkennbare Zerlegung in Körner, ist fleckig-streifig oder geflammt und zeigt feine Absonderungsrisse. Taenit ist kräftig entwickelt. Reichliches Fülleisen ist wie in Merceditas lamellär aufgebaut. Plessit verhält sich wie in Merceditas. Eine Ausbuchtung in der untersuchten Platte deutet auf einen früher vorhanden gewesen 3—4 cm grossen Troilitknollen. (S. u. XXVIIIc.)

15. Kendall Co., San Antonio, Texas, zeigt nach dem Aetzen zum Theil grobkörnige Zerlegung des Nickeleisens. In einer Platte findet sich in den Rissen zwischen den Körnern Schreibersit mit graphitähnlicher amorpher Kohle gemengt. Auch sonst sind Schreibersite reichlich vorhanden. (S. u. XXXa.) Das Nickeleisen zeigt im gleichen Stücke nach schwachem Aetzen meist nur Neumann'sche Linien; ein kleinerer Theil nimmt einen matten Schimmer an. (S. u. XXIIIc.) Neben Silikatkörnern fand sich ein für Meteoriten neues Mineral: äusserst scharf ausgebildete, farblose, reguläre Kryställchen, zum Theil wasserklar, zum Theil wie bestäubt aussehend durch punktförmige, meist ziem-

lich gleichmässig vertheilte, bisweilen zu wolkigen Trübungen gehäufte Interpositionen. Meist ist {100} allein vorhanden, gelegentlich combinirt mit {111} bis zum Gleichgewicht beider, meist in idealer Ausbildung, vereinzelt säulenförmig oder mit eingesenkten Flächen (durch Ueberwuchern der Kanten). Die Krystalle sind 0,01—0,09 mm, meist 0,03—0,04 mm gross, vollkommen isotrop; $n = 1,48—1,52$; spec. Gew. = ca. 2,3; jegliche Spaltbarkeit fehlt; conc. *HCl* und Königswasser greifen nicht an, kalte *HF* löst das beim Glühen unveränderliche Mineral. Die analytischen Daten scheinen für eine dem Cristobalit vergleichbare reguläre Form der Kieselsäure zu sprechen.

20. Einschlussreicher Troilit aus Ballinoo enthält lichtgrüne, sehr augit-ähnliche Säulchen und ist ganz ungewöhnlich innig und gleichmässig mit zinnweissen Schreibersitkörnchen durchwachsen.

Analysenergebnisse: A) Nickeleisen inclusive Taenit.

	Ic.	IIc.	I f.	Vc.	VI d.	VIIc.
<i>Fe</i>	86,66	85,87	92,31	92,09	87,54	93,85
<i>Ni</i>	12,51	13,36	6,67	7,36	11,80	5,28
<i>Co</i>	0,80	0,69	0,92	0,52	0,64	0,84
<i>Cu</i>	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03
<i>Cr</i>	0,01	0,03	—	—	—	—
<i>C</i>	—	0,02	0,06	—	—	—
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Spec. Gew.	7,8374	7,5443 ¹⁾	—	—	7,7568	7,7968
	VIII d.	Xc.	XI d.	XIII d.	XVc.	XIX c. ²⁾
<i>Fe</i>	91,83	94,35	93,01	93,46	93,15	63,55
<i>Ni</i>	7,33	5,03	6,48	5,89	6,33	34,65
<i>Co</i>	0,81	0,56	0,49	0,74	0,50	1,01
<i>Cu</i>	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,30
<i>Cr</i>	0,01	—	—	—	—	—
<i>C</i>	—	0,04	—	—	—	0,49
	100,00	100,00	100,00	100,10	100,00	100,00
Spec. Gew.	—	7,7985	7,7728	—	—	7,2116
	XXIIIc.	XXVc.	XXVIIc.	XXVIIIc.	XXXIIc.	
<i>Fe</i>	92,81	88,36	92,17	91,22	94,02	
<i>Ni</i>	6,64	10,55	7,21	8,22	5,23	
<i>Co</i>	0,50	1,05	0,60	0,54	0,72	
<i>Cu</i>	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	
<i>Cr</i>	—	—	—	—	—	
<i>C</i>	0,03	—	—	—	—	
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Spec. Gew.	—	—	7,9087	7,8690	—	

B) Accessorische Mineralien: Schreibersit XII, XXI, XXXa; XXXIVa (Mount Joy, Adams Co.), XXXVc (Sao Julião de Moreiro bei Ponte de Lima, Prov. Minho, Portug.); Cohenit XVIc; Cliftonit (XXXVIII Toluca, XXXIX Magura). (Die beiden Graphite blähen sich beim Erhitzen mit *HNO₃* nicht auf.)

1) Spricht für poröse Structur (leichtes Rosten).

2) Taenit.

	XII.	XXI.	XXXa.	XXXIVa.	XXXVe.	XVIc.
<i>Fe</i>	54,43	50,52	61,78	54,12	69,44	94,34
<i>Ni</i>	29,36	33,90	24,93	29,71	14,44	1,77
<i>Co</i>	0,67	0,62	0,38	0,47	0,43	0,25
<i>Cu</i>	0,34	0,22	0,21	—	0,03	—
<i>P</i>	15,45	15,68	15,70	15,70	15,66	<i>C</i> 6,67
	400,25	400,94	400,00	400,00	400,00	400,00
<i>Fe</i> } + <i>Ni</i> } + <i>Co</i> } + <i>Cu</i> }	: <i>P</i> 2,990 : 1	2,955 : 1	2,929 : 1	2,923 : 1	2,959 : 1	Spec. Gew. 7,6459
	XXXVIII.		XXXIX.			
	<i>C</i> 94,44		91,75			
	<i>H</i> 0,33		0,29			
	<i>SiO₂</i> 5,01		8,95 (Chromit + Quarz)			
	99,78		100,99			
	Spec. Gew. 4,994—2,196		2,23—2,35			

Surprise Springs, ein Oktaëdrit mit reichlich mittelgrossen Lamellen, hat einen matten orientirten Schimmer auf der ungeätzten Fläche des Kama-zites; letzterer wird nach stärkerem Ätzen dunkler und zerlegt sich schliesslich in feine Körner. Taenit ist kräftig entwickelt. Von den reichlichen Feldern sind die grösseren dicht erfüllt mit Kämmen. Schreibersit bildet theils kleine in den Balken liegende Körner, theils eine 2 cm lange, 1 mm dicke Platte (Nickeleisen s. u. I).

Beide Los Muchachos, a) Ainsa, b) Carleton, sind olivinhaltig. Das Nickeleisen zerlegt sich schon nach schwachem Ätzen in unregelmässige, durch feine glänzende Zickzacksäume gegen einander abgegrenzte Stücke von 0,2—2 cm Grösse, jedes Korn mit eigenem orientirten Schimmer. (S. u. II, III.) Farbloser Olivin (Forsterit + etwas Monticellitsubstanz, s. u. IV) zeigt im Dünnschliffe Glas- und Nickeleiseninterpositionen.

	Nickeleisen				Olivin
	I.	II.	III.		IV.
<i>Fe</i>	94,65	89,32	89,40	<i>SiO₂</i>	43,29
<i>Ni</i>	7,39	9,18	9,54	<i>FeO</i> ¹⁾	0,52
<i>Co</i>	0,87	1,41	0,98	<i>CaO</i>	1,13
<i>Cu</i>	0,07	0,03	0,02	<i>MgO</i>	54,92
<i>Cr</i>	—	0,02	0,02		99,86
<i>C</i>	0,02	0,04	0,04		Spec. Gew. 3,199
	400,00	400,00	400,00	<i>SiO₂</i> :	(<i>Mg, Ca, Fe</i>) <i>O</i> = 1 : 4,95
Spec. Gew.	7,7570	—	—		

Ueber die in der S. 644 zuletzt genannten Publication E. Cohen's mitgetheilten Data, ist in dieser Zeitschrift schon referirt worden.

Ref.: E. Düll.

1) Wahrscheinlich inclusive Al_2O_3 .

33. M. Kišpatić (in Agram): **Die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone** (Wiss. Mitthlg. aus Bosn. u. d. Hercegov. 1900, 7, 377—484).

Im Lherzolith aus der Chromitgrube am Milakovac (Borja planina) treten um das ausgeschiedene Erz die sonst reichlichen Componenten Olivin und Bronzit total zurück, und der Chromit ist auf mehrere cm Abstand nur von schwach apfelgrünem Diopsid (Auslöschung 34° , unvollkommene pinakoidale Absonderung) umgeben (Analyse I).

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	50,84	50,62	56,00	44,56	61,09
Al_2O_3	0,42	3,98	0,72	6,00	—
Cr_2O_3	Spur	Spur	—	—	—
FeO	7,17	7,20	8,98	9,89	Fe_2O_3 2,59
CaO	21,48	19,39	0,59	21,34	—
MgO	16,54	15,76	32,44	13,30	25,87
Glühverl.	4,23	3,20	1,77	4,65	H_2O 10,47
	100,68	100,15	100,50	99,74	100,02

Grünlicher, nur prismatisch spaltbarer Diopsid (Auslöschung 31°) aus dem Bronzit-Diopsidgestein des Lherzolithes vom Chromitwerke Pobilje und blassgelber, durch gute Spaltbarkeit gestreift erscheinender Bronzit von ebenda, haben die sub II. und III. angegebene Zusammensetzung. Der Bronzit enthält mikroskopische Diopsideinschlüsse. Jaspisähnliche Umwandlungsproducte zeigt der dichte, harte Serpentin von Podzarudje. Der metamorphe Olivin ist grösstentheils mit Opal, zersetzter Pyroxen mit farblosem Opal, seltener mit Chaledon imprägnirt. Farbloser bis ganz schwach grünlicher, prismatischer Aktinolith, der einzige Bestandtheil eines Schiefers an der Strasse von Kopalište nach Duboštica, lieferte das Analysenergebniss IV., Meerschäum von Reljevac (Ljubić planina) Analyse V.

Ref.: E. Düll.

34. G. Munteanu-Murgoei (in Bukarest): **Ueber die Einschlüsse von Granat-Vesuvianfels in dem Serpentin des Paringu-Massivs** (Inaug.-Diss. München; Bul. Soc. Sci. Bukar. 1900, 9, 568—612, 764—831).

Der Serpentin ist Umwandlungsproduct eines Olivinpyroxen-Gesteines aus der Lherzolithreihe. Dessen Hauptgemengtheile waren Olivin, Diallag, Bronzit, Nebengemengtheile Ilmenit, Titanit, Magnetit, Picotit, Chromit etc. Von allen diesen Mineralien finden sich porphyrisch eingesprengt spärliche Reste in dem wesentlich aus Antigorit und Chrysotil bestehenden Serpentin. Pyroxen (primärer Diallag, Fassait-Diopsid), Granat (Grossular, Hessonit), Vesuvian, Chlorit, Epidot, Klinozoisit und ein neues Mineral, Lotrit, als Hauptgemengtheile, Ilmenit, Titanit, Rutil, Zirkon, Apatit und Magnetit als Nebengemengtheile setzen im Serpentin eingeschlossene Butzen oder Muggeln zusammen. Diese körnigen Granatvesuvianfelse sind endomorphe Contactproducte, ursprünglich Gabbro. Granatvesuvianfels kommt auch noch ähnlich einem Silicathornfels am Contacte der Eruptivgesteine mit den Kalken vor. Alle Mineralien, Olivin ausgenommen, treten auch makroskopisch auf. Der ursprüngliche Diallag (in grossen Tafeln echter »Schillerspath«) ist, wenn frei von Einschlüssen, hellgrün durchsichtig, oft zwillingslamellirt; Auslöschungswinkel ca. 42° (Analyse I.). Makroskopische Einschlüsse sind: Serpentin, Calcit, Mag-

netit. Vielgestaltiger Magnetit ist im Serpentin häufig; im Talk bildet er bis 0,5 cm grosse Oktaëder.

Körner braun durchsichtigen Chromspinells sind meist zerbrochen und durch Chlorit wieder verkittet. Am Latoritza-Ufer findet sich ein Gang dunkelbraunen, mit etwas Chlorit gemengten Chromeisenerzes.

Der Antigorit bildet im Serpentin oder in der Chloritmasse des Granatfelsens bis 5 cm grosse grüne bis gelbe Tafeln und Lamellen, das sind Pseudomorphosen nach Pyroxen. Ausser der Spaltbarkeit sind gewöhnlich noch die Magnetitreihen und -adern des Pyroxens erhalten geblieben. Der Antigorit zeigt || Auslöschung, optisch negativen Charakter und wechselnden Axenwinkel. Die Zusammensetzung eines grossblättrigen Antigorits zeigt Analyse II.

Chrysotil bildet nur selten bis 5 mm breite Adern von gewöhnlicher Beschaffenheit. Pleochroismus: c farblos, a = b gelblich; Charakter der Hauptzone +; Auslöschung \perp , oft undulös. Die tiefgelbe Farbe entsteht gewöhnlich durch Eiseninfiltrationen. Aehnlich verhalten sich Metaxit, Pikrosmin und andere Neubildungen. Einige Lamellen in Antigorit-Pseudosphärolithen, besonders die Federfalten ähnlichen, zeigen an Zwillingsbildung erinnernde symmetrische Orientirung gegen geradlinige Grenzen. Antigorit hat durchweg Gitterstructur; schwieriger ist der Serpentin mit Maschenstructur zu beurtheilen, der sich vom Chrysotil durch negativen Charakter der Hauptzone unterscheidet.

Chlorit, manchmal mit Antigorit || verwachsen, bricht muscheliger oder blättrig, ist blaugrün, kantendurchscheinend. Die negative Bissectrix steht \perp zu den Spalttrissen, $2E$ sehr klein, oft 0; Doppelbrechung schwach; gewöhnlich Dispersionsfarben. Talk, oft von Breunerit begleitet, tritt als Kluftausfüllung und als Serpentinbestandtheil auf. Ankerit bildet bis 1 cm grosse, farblose bis bräunliche Rhomboëder, Kalkspath breite Adern im Serpentin. Calcit enthält gewöhnlich schöne Asbestgarben und kleine Serpentinstücke. Bis 1 cm grosse Pyritwürfel finden sich local. Hornfelse aus dem Serpentincontact sind entweder innige Mischungen von Klinozoisit mit Chlorit oder mit einem neuem Mineral, Lotrit (nach seinem Vorkommen im Lotruthale). Der grünliche Lotrit bildet Adern und Flecken in der weisslichen Klinozoisitmasse, oder der röthliche Klinozoisit schickt Adern und Flecken in die durchscheinende Masse des Lotrits.

Letztere zeigt unter dem Mikroskope ein Aggregat kleiner, deutlich nach der Längsrichtung spaltbarer Säulen und Lamellen. $n = 1,67$; $\gamma - \alpha$ höchstens 0,014, $\beta - \alpha = 0,002$; Auslöschungswinkel 28° zur Spaltungsrichtung, $2E = 30^\circ$, $2V$ ca. 48° , Charakter +. Die Axenebene liegt quer zur Längsrichtung, \perp zur Spaltbarkeit, c || b. Härte 7,5 (Analyse IIIa und b). Die Zusammensetzung führt zur Formel $4SiO_2 \cdot 2(Al_2, Fe_2)O_3 \cdot 3(Ca, Mg)O \cdot 2H_2O$. Charakteristisch ist das Verhältniss $SiO_2 : H_2O = 2 : 1$.

Blassrother oder brauner Granat im Serpentin-Schiefercontact ist meist dicht und bildet manchmal auf Klüften kleine braunrothe optisch normale Krystalle, {110}. {211}. Auch der Pyroxen ist im Contact fast dicht, meist graugrünlich (Auslöschungswinkel 42°); bisweilen findet sich tafelförmiger blassgrüner Diopsid.

Im gefleckten Kalksilicatsfels (Granat, Vesuvian, Chlorit) liegen bis 20 cm lange Platten und Tafeln graugrünlichen, auf {100} metallisch glänzenden Diallags mit Einschlüssen, wie er sie in Tiefengesteinen gewöhnlich besitzt. Granatbildung ändert die Farbe in Grau bis Weiss, Klinochlor- und Vesuvian-

bildung in Licht- bis Dunkelgrün. Spaltung nach {110} vollkommen, nach {001} grob, undeutlich nach {010}, Absonderung nach {100} nicht immer deutlich. Frisch kantendurchscheinend, wird der Diallag durch feine Magnetiteinschlüsse und durch Umwandlung trüb bis opak. Als Varietäten treten Malakolith, Salit, Mussit auf. Aller Diallag schmilzt schwer zu graugrünem Glase und giebt in Borax nur schwache *Fe*-Reaction. Lichtgrüner, leicht spaltbarer, glänzender Diallag aus dem Granatfels vom Urdakamme diente zur Analyse Ia; ein anderer aus dem Granatfels vom Boronciaiafalle zur Analyse Ib. Der hohe H_2O - und MgO -Gehalt deutet auf geringfügige Umwandlung in Chlorit¹⁾. Sehr allgemein geht Diallag von Spaltrissen und Sprüngen aus in Granat, Vesuvian und Klinochlor über. Auch Serpentinisirung und Umwandlung in Fassait kommt vor. Der Diallag zeigt schwache Absorption $c > a > b$; $c : a$ bis 44°. Fassait bildet mit Chlorit oder für sich bisweilen das ganze Gestein; er ähnelt mitunter dem Jadeit, ist aber frei von *Na*. $c : a = 42^\circ$; starke Dispersion, $\rho > v$.

Granat ist im Granatvesuvianfels vorherrschend Grossular. Reiner Granatfels ist weiss oder röthlich undurchsichtig, dicht mit feinsplitterigem Bruche, manchmal porös und rosenroth (Chlorit ändert gewöhnlich seine Farbe). Er schmilzt leicht zu farblosem Glase. Reinstes weiss durchscheinendes Material diente zur Analyse IV. Unter Berücksichtigung einer Verunreinigung durch Klinochlor ergibt sich genau die Formel des Grossulars ($SiO_2 : Al_2O_3 : CaO = 0,667 : 0,222 : 0,668$). Die Entstehung des Granates aus Diallag kann schon makroskopisch wahrgenommen werden; zuerst hat aber der Granat den Olivin aufgebraucht. Plagioklas als Material zur Granatbildung ist in keinem der Granatvesuvianfelse gefunden worden, doch sprechen manche Umstände für eine solche Genesis. Optische Anomalien zeigt der Granat erst bei Neigung zur Krystallform. Alsdann trifft man Feldertheilung; oft wechseln isotrope und doppeltbrechende Fasern ab, mitunter in zwei auf einander fast \perp Richtungen; Doppelbrechung = ca. 0,0025. Die Fasern scheinen ungewandelte Pyroxenlamellen zu sein.

Granat im dichten Contactkalksilicatfels ist Kalkeisenthongranat; im Dünnschliffe blass rosenroth; zeigt oft optische Anomalien.

Grünlichgelber Vesuvian ist häufig vorherrschender Bestandtheil des Gesteins der Muggeln, braunrother findet sich nur aderförmig in porösem Kalksilicatfels. Reiner Vesuvianfels ist dicht mit muscheligen Bruche, bis zu $\frac{1}{4}$ cm Dicke durchscheinend oder feinkörnig, von Chlorit und Granat durch kleine glänzende Spaltflächen zu unterscheiden. Das Material zur Analyse VI. ist fast dicht; Spuren *Mn* rühren vielleicht von röthlichen Adern *Mn*-haltigen Vesuvians her. Er schmilzt leicht zu gelblichem Glase und bildet alsdann mit *HCl* Kieselgallert. Aus der Analyse leitet sich die Formel $10SiO_2 \cdot 2(Al_2, Fe_2)O_3 \cdot 10CaO \cdot 2(Mg, Fe)O \cdot 2H_2O$ ab; $R'' : R' = 2 : 4$; $R' : R = \text{ca. } 1 : 4$. Der Vesuvian ähnelt also dem vom Alathale, von Zermatt, Dognacska etc.

Pseudomorphosen von Vesuvian nach Pyroxen sind schon makroskopisch wahrnehmbar und enthalten fast immer Klinochlor.

Klinochlor nimmt gegen die Randzone des Granatvesuvianfelses zu und bildet schliesslich für sich oder mit etwas Antigorit Chloritfels. Er ist grün

1) In Ib. deutet die *Ca*-Zunahme, wie die *Mg*-Abnahme auf beginnende Granatisirung (mikroskopisch bestätigt).

oder grünbläulich, bis zu $\frac{1}{2}$ cm durchscheinend. In der Grundmasse sehr dicht, mit muscheligem, splitterigem oder blätterigem Bruche, spaltet er in Pseudomorphosen nach Pyroxen nach dem ursprünglichen {100}. Auslöschungswinkel bis 12° , Charakter der Hauptzone +, Doppelbrechung wechselnd bis 0,012, Axenwinkel sehr klein bis 0; in grösseren Lamellen zeigt er gewöhnlich anomale Interferenzfarben. Zur Analyse VII. diente grüner derber Klinochlor aus saussuritgabbroähnlichem Granatfels vom Urdakamme (mit etwas chrysotilähnlicher Beimischung), zur Analyse VIIa. Klinochlor vom Urdabache zwischen Granat und Grünschiefer. Der Zusammensetzung entspricht ungefähr die Formel $Sp_{1,5}At_2$ oder $2SiO_2 \cdot 2(Al_2, Fe_2)O_3 \cdot 8(Mg, Fe)O \cdot 7H_2O$. Chlorit aus dem Chloritfels und der Chloritzone der Kalksilicatmuggeln ist im Vergleich mit dem aus saussuritgabbroähnlichem Granatfels *Mg*-reicher; in letzterem ersetzt *FeO* ein Theil des *MgO*.

Apatit bildet als Begleiter des Ilmenits bis 8 mm grosse Krystalle.

Auf Klüften trifft man die Paragenesis Diopsid, Granat; Klinochlor, Vesuvian; Apatit, Ilmenit etc. Farbloser Diopsid, bis 3 mm lang, zeigt neben den drei Pinakoiden verschiedene Prismen, sowie {111} und {021}; Auslöschungswinkel 40° . Derber röthlicher Granat erscheint öfters pseudomorph nach Diopsid.

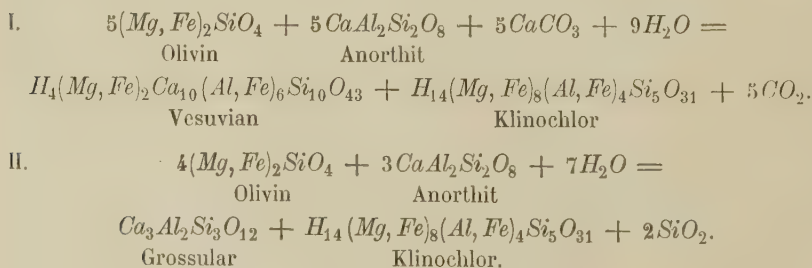
Hessonit, gelb, roth oder dunkelroth, Krystalle bis 5 mm gross, {110}. {211}, letztere Fläche gestreift, selten daneben sehr kleine Flächen {305}, ist optisch anomal (Analyse V.).

Gelbgrüner Vesuvian bildet mangelhafte Säulen bis 15 mm gross, mit mehreren Prismen, primären Pyramiden und {004}, braunrother, etwas *Mn*-reicherer Vesuvian (Analyse VIa.) säulenförmige Aggregate. Die gelbe Abart, weit schwächer die braune, zeigt ausser complicirten Sektoren anomale Interferenzfarben; die braune ist stärker doppelbrechend, im Dünnschliffe pleochroitisch, ω rosaroth, ϵ etwas bräunlich; ihre gewöhnlich zonaren Krystalle sind in den inneren Schichten stärker doppelbrechend.

Klinochlor bildet auf Klüften grüne sechseckige Tafeln oder wurmförmige bis 4 cm grosse Gebilde.

Die Mineralien der Klüfte sind fast identisch mit den gesteinsbildenden Gemengtheilen; nur der Granat der Klüfte ist etwas eisenreicher.

Für die den Olivin betreffenden chemischen Processe bei der Gesteinsumwandlung stellt Verf. folgende zwei Gleichungen auf:



Die freie Kieselsäure wird bei der Umwandlung des Ilmenits und Rutils in Titanit verbraucht.

Analysergebnisse:

	Diallag			Antigorit		Lotrit		
	I.	Ia.	Ib.	II.	IIIa.	Mol.-Verh.	III b. 6)	
<i>SiO₂</i>	48,45	48,47	47,84	37,8	38,02	0,633	39,44	
<i>TiO₂</i>	0,34	0,32	0,34	—	—	—	—	
<i>Al₂O₃</i>	2,94	3,06	4,26	1,5	30,90 5)	0,303	28,33 5)	
<i>Fe₂O₃</i>	—	5,44	3,52	4,8				
<i>FeO</i>	5,84 1)	3,48	5,98	1,7	0,33	—	—	
<i>MnO</i>	0,68	0,30	0,25	—	—	—	—	
<i>CaO</i>	19,89	20,15	22,17	—	23,56	0,424	22,24	
<i>MgO</i>	20,28	17,70	12,33	38,7	2,80	0,070	3,20	
Glühverlust	2,79 2)	2,48 2)	3,59	44,8	6,24	0,346	<i>Na₂O</i> 0,93	
	100,85	100,80	100,25 3)	99,3 4)	104,85		<i>H₂O</i> 6,58	
Spec. Gew.	3,28	3,34	3,232	2,52	3,23		100,69	
						Spec. Gew.	3,229	

	Granat		Vesuvian			Klinochlor		
	IV.	V.	VI.	Mol.-Verh.	VIa.	VII.	VII a.	Mol.-Verh.
<i>SiO₂</i>	33,38	38,89	36,71	0,642	37,48	30,29	34,99	0,506
<i>TiO₂</i>	0,40	Spur	0,42	—	0,26	—	—	—
<i>Al₂O₃</i>	22,27	13,57	15,60	0,155	15,72	16,49	17,44	0,164
<i>Fe₂O₃</i>	2,06	9,78	4,79	0,030	5,89	6,20	2,71	0,038
<i>FeO</i>	0,54	4,04	1,28	0,048	4,30	5,44	1,54	0,074
<i>MnO</i>	0,23	0,22	0,28	—	0,68	Spur	0,84	—
<i>CaO</i>	32,88	36,34	34,29	0,642	32,19	Spur	—	—
<i>MgO</i>	3,07	0,52	3,90	0,098	3,77 8)	28,65	32,94	0,745
<i>K₂O</i>	Spur	—	—	—	—	—	—	(0,823)
<i>Na₂O+Li₂O</i>	Spur	—	—	—	—	—	—	—
<i>H₂O</i>	1,08	0,65 7)	2,88 7)	0,160	2,71 7)	12,70	12,94	0,706
	100,94	100,98	100,15		100,00	99,47	100,04	
Spec. Gew.	3,48	—	3,36		—	—	—	

Ref.: E. Düll.

35. F. Loewinson-Lessing (in Dorpat): Geologische Skizze der Besitzung Jushno-Sausersk und des Berges Deneshkin Kamen im südlichen Ural (Trav. Soc. Naturalistes St. Pétersbourg, Sect. Géol. Minéral. 1900, 30, V. Deutsches Résumé, S. 169—256).

Malachit und Azurit imprägnieren unterdevonische Kalksteine bei Wsewolodoblagodatsk. Malachit ist eingesprengt in Apatitadern des Glimmerdiorites am Ostabhange der Tschornaja Sopka. Rotheisenstein bildet daselbst unbedeutende Absätze in metamorphen Mandelsteinen (Porphyriten und Diabasen). Limonit kommt in fast allen Goldseifen, besonders in der Kasan'schen bei Jekaterininka vor. Adern von Magnetit mit etwas eingeschlossenem Pleonast

1) *Fe₂O₃* inbegriffen.

2) Deutet auf bereits stattgehabte Veränderung.

3) Spur Alkalien.

4) Das Material enthielt vielleicht etwas Magnetitstaub.

5) Wenig *Fe₂O₃* nicht getrennt bestimmt.

6) Reineres Material wie IIIa.

7) Glühverlust.

8) Aus der Differenz.

und o-Pyroxen¹⁾ treten als magmatisches Product im gebänderten Gabbro längs der Bystraja am Deneshkin Kamen auf (Analyse I). Platin mit gleichen Mengen Goldes führen die Seifen beiderseits des Schegultan'schen Höhenzuges, ferner die Platinseife an der Kl. Solwa. Das Muttergestein der letzteren ist wahrscheinlich der Chromit führende Dunit vom Solwa-Supreja'schen Bergrücken.

Die Goldseifen des Gebietes sind a) sehr mächtige, ausgedehnte Flussgeschiebe, abgelagert auf älteren, z. B. devonischen Gesteinen, und beherbergen bisweilen zwei goldführende Schichten; b) wenig mächtig und breit, aus goldhaltigen Gesteinen durch Desaggregation und Auswaschung an Ort und Stelle entstanden. Durch Beimengung von Flussgeschieben entsteht ein gemischter Typus. Typus b) ist arm an schlammigen Bestandtheilen und leicht auswaschbar, relativ reich an verhältnissmässig grobkörnigem Gold und seicht gelagert. Seine Muttergesteine sind Porphyrite, Diabase, Tuffe, Porphyre oder Contactstellen dieser Gesteine mit Kalksteinen und Schiefern. Der grüne Goldsand der »Katerinenseife« enthält ungemein viel Pyrit und Quarzgerölle, daneben rothen Jaspis und grünen Epidotquarzit, bisweilen Stücke eines zerstörten porphyrischen Gesteines. Concretionen und Krustenbildungen aus Hornstein und Pyrit sind secundär. Schön grüner, an dünnen Kanten durchscheinender Serpentin von den Jelowki erinnert an edlen S., zeigt aber unter dem Mikroskope eine etwas complicirte Zusammensetzung. (Analyse II.)

Brauner Amphibol aus Amphiboltrappgranulit mit Augenstructur von der Salaja enthält Natron und passt zum Typus Pargasit. (Analyse III.)

	I.	II.	III.
SiO_2	4,26	35,98	43,19
Al_2O_3	13,11	3,91	17,77
Fe_2O_3	47,94	3,76	3,22
FeO	30,86	1,27	9,78
MnO	—	—	Spur
CaO	—	—	10,04
MgO	3,23	36,83	11,57
Na_2O	—	1,12	3,12
K_2O	—	0,29	Spur
H_2O	—	14,77	1,05
	99,40	97,93	99,74

Der Verf. berechnet aus Analyse III die approximative Formel:



Ref.: E. Düll.

36. H. Bücking (in Strassburg i. E.): **Cordierit von Nord-Celebes und aus den sogenannten verglasten Sandsteinen Mitteldeutschlands** (Ber. d. Senckenberg. naturforsch. Ges. Frankf. a. M. 1900).

Schwarze bis dunkelviolette, in dünnen Splintern an den Kanten mit lichtvioletter Farbe durchscheinende, obsidianähnliche Auswürflinge des Gunung Seputan bestehen wesentlich aus sehr kleinen Cordieritkrystallen; das Gestein ist

¹⁾ Anknüpfend an den Vorschlag F. Rinne's (s. S. 644) möchte Ref. für rhombische (Ortho-)Pyroxene die Abkürzung o-Pyroxene und für monokline die Abkürzung kl-Pyroxene proponiren.

quarzhart und hat das spec. Gew. 2,650 bei 18° C. Aus dem nachstehenden Analysenbefunde ergibt sich unter Berücksichtigung einer Beimengung von Eisenerz (4 %), etwas Glas und Augit oder Sillimanit die Formel eines Kalkeisencordierites $(Fe, Ca, Mg)_2 Al_4 Si_5 O_{18}$; $Fe : Ca : Mg = 11 : 5 : 1$.

SiO_2	49,15
Al_2O_3	31,84
Fe_2O_3	2,88
FeO	11,49
CaO	4,30
MgO	0,55
Glühverlust	0,06
	100,27

Winzige Cordierite von ähnlichen optischen Eigenschaften finden sich in verglasten Sandsteinen aus dem Basaltcontact und in gefritzten Hohofengeststeinen, in letzteren neben Magnetit- und Eisenspinelloktaedern und einem sillimanitähnlichen Faserfilz.

Ref.: E. Düll.

37. R. Canaval (in Klagenfurt): Zur Kenntniss der Goldvorkommen von Lengholz und Sifflitz in Kärnten (Carinthia II. Nr. 5 u. 6, 1900).

Die erzführenden biotitreichen Glimmerschiefer und Gneisse bei Lengholz am Nordabhange des Drauthales gehören zur Quarzphyllitgruppe. Für ein gangartiges Vorkommen des früher abgebauten güldischen Erzes sprechen goldhaltige Schiefertrümmer mit zersetztem Kupferkiese auf einer Kluftfläche. Im »Goldgrübel« führt ein bis 2 m mächtiger Gang u. a. durch weissen, grobblättrigen Calcit verkittete Magnetkiesbrocken. Der wenig güldisches Silber enthaltende Magnetkies ist zuweilen mit Kupferkies verwachsen. In Lengholz, wie »in der Ranzen«, führen Lager graphitischer Schiefer Schnüre von dunklem Rauchquarz mit Freigold und sind stellenweise ziemlich stark mit kleinen goldhaltigen Arsenkiesnadelchen imprägnirt. In der Nähe besitzt eine grobkörnige gneissige Masse Einlagerungen von Zoisit, Hornblende und Biotit. In einem 0,4 m mächtigen Gange östlich vom »Goldgrübel« ist die Füllung grobspäthiger Calcit mit Bruchstücken des Nebengesteins, beide imprägnirt mit stellenweise concentrirtem Pyrit, Magnet- und Kupferkies. Kleine scharfe Pyritdodekaeder trifft man vereinzelt im Calcit. Bei Kleblach bilden im Glimmerschiefer Linsen grauen hornsteinähnlichen Quarzes ein Lager, das regellos vertheiltes Freigold, Pyritwürfelchen und etwas eingesprengten Magnetkies enthält. Ein benachbarter, bis 0,2 m mächtiger Gang führt Magnet-, Eisen- und Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende mit Quarz und grobspäthigem, weissem Calcit. Ein anderer Gang bei Kleblach liefert silberhaltige kiesige und bleische Quetscherze. »Auf der Saueben« wird derber körniger Antimonit von Ankerit begleitet, der mit hornsteinartigem Quarz verwachsen ist, sowie Bleiglanz und Blende enthält.

Die güldisches Erz führenden Gesteine der »Sifflitz« sind theils kiesige Quarze, theils mit Kiesen imprägnirte Schiefer. Ein Theil des letzteren setzt sich zusammen aus Carbonaten, Rutil, Zoisit, chromhaltigem Chrysotil, Quarz, Glimmer, Magnet- und Arsenkies und graphitähnlicher Substanz; in anderen, sericitischen Schiefen findet sich etwas Turmalin, während Zoisit und die graphitähnliche Substanz fehlen. Die Kiese aggregiren sich in Begleitung einer asbestartigen Masse zu Trümmern; ähnlich durchsetzt auch Braunspath das Gestein.

Ref.: E. Düll.

38. J. Fromme (in Braunschweig): **Minerale aus dem Radauthale** (Jahr.-Ber. d. Ver. f. Nat.-Wiss. z. Braunschw. 1900, **12**, 34—42).

Desmin im Gabbro bei Colonie Winterberg, in Drusen mit Calcit und Prehnit, zeigt $\{010\}, \{001\}, \{110\}, \{100\}$, oder $\{010\}, \{001\}, \{100\}, \{110\}$, an Zwillingbildungen einer Combination der drei rhombischen Pinakoide sehr ähnlich. Laumontit von ebenda erscheint in Drusen neben Prehnit, Calcit, Galenit, Chalkopyrit und Malachit mit $\{110\}, \{101\}$, ebenso auf Apophyllit (jünger als dieser), der $\{100\}, \{111\}, \{001\}$ zeigt und Krystallquarz einschliesst. Orthit aus zersetztem Pegmatit im Köhlerloche bildet Körner bis zu Bohnengrösse, auch schöne bis 6 mm lange Krystalle $\{100\}, \{001\}, \{101\}, \{111\} (?) , \{201\}$, zum Theil durch Vorherrschen von $\{100\}$ tafelig; bräunlichschwarz, auf frischem Bruche pechschwarz, Härte 6.

$$\begin{array}{rcl} (100):(001) & = & 65^0, \text{ ber. } 64^0 59' \\ (001):(\bar{1}01) & & 63\frac{1}{2} \quad - \quad 63 \quad 24 \\ (100):(\bar{1}01) & & 54\frac{1}{2} \\ (100):(\bar{2}01) & & 26 \end{array}$$

An einem anderen, nach b gestreckten Krystalle fand sich $\{100\}, \{101\}, \{001\}, \{010\}, \{hkl\}$ (wahrscheinlich $\{\bar{1}11\}$); $(100):(001) = 65^0$; $(100):(101) = 30^0$. Die Orthite sind in Quarz und Feldspath eingewachsen neben grau- bis schwärzlichgrünen Granaten $\{110\}$. Graphit, schuppig bis dicht, durchsetzt einzelne grössere feinkörnige Gesteinsklumpen im Köhlerloch. Albit und Quarz bilden schöne Drusen. Neben ansehnlichen, zum Theil ganz klaren, oft äusserst verzerrten Quarzkrystallen fand sich in einem Krystallkeller ungewöhnlich schöner gelblichweisser, grünlich durchscheinender Prehnit in Drusen. Dieser zeigte $\{001\}, \{100\}, \{110\}, \{010\}$, der Quarz vorwiegend $\{10\bar{1}0\}, \{10\bar{1}1\}, \{01\bar{1}1\}, \{11\bar{2}1\}l, \{11\bar{2}1\}r$, beide letzteren Flächen gleich häufig, meist sehr klein; \parallel axige Zwillinge recht häufig. Ein grosser Krystall weist ausser den gewöhnlichsten Flächen ein Rhomboëder, wahrscheinlich $\{11.0.\bar{1}\bar{1}.1\}$ auf. $(10\bar{1}1):(11.0.\bar{1}\bar{1}.1) = 33\frac{1}{2}^0$, ber. n. Des Cloizeaux $34^0 7'$. Ein anderer grosser Krystall zeigte $\{04\bar{4}1\}$; $(01\bar{1}1):(04\bar{4}1) = 27^0$, ber. n. Des Cloizeaux $27^0 5'$.

Auf einem Pegmatit (von der Grenze gegen den Gabbro) findet sich neben rubinrothem Sphalerit $\{110\}$ ein wasserheller Quarzkrystall $\{10\bar{1}0\}, \{10\bar{1}1\}, \{01\bar{1}1\}, \{11\bar{2}1\}r, \{40\bar{4}1\}$; an einem anderen wurde $\{13.0.\bar{1}\bar{3}.6\}$ beobachtet. Quarz vom Bärenstein IV zeigte $\{10\bar{1}0\}, \{0.17.\bar{1}\bar{7}.1\}, \{70\bar{7}1\}, \{10\bar{1}1\}, \{01\bar{1}1\}$;

$$\begin{array}{rcl} (10\bar{1}1):(10\bar{1}0) & = & 38^0, \text{ ber. n. Des Cloizeaux } 38^0 13' \\ (01\bar{1}1):(0.17.\bar{1}\bar{7}.1) & 35 & - - - - 35 \quad 34 \\ (10\bar{1}1):(70\bar{7}1) & 34\frac{1}{2} & - - - - 34 \quad 48 \end{array}$$

Im Prehnit vom Gabbrobruche »Kunstmannsthal« sind die fächerförmig gruppirten Krystalle ausnahmsweise nach a gestreckt, auf $\{001\}$ dementsprechend die Streifen $\parallel b$ in der Querrichtung. An der Combination $\{001\}, \{010\}, \{110\}, \{100\}$ ist der Prismenwinkel 80^0 , ber. $80^0 2'$.

Chalkodit vom Köhlerloche (Harzburg), neben Calcit Neubildung in Hohlräumen zwischen Gabbro und Pegmatit, bildet schuppigkörnige, fettglänzende, graugrüne Massen; Härte 4—2; spec. Gew. bei $15\frac{1}{2}^0 = 2,442$ bzw. 2,445 (zwei Bestimmungen); durch HCl und conc. H_2SO_4 leicht und vollständig unter Abscheidung flockiger Kieselsäure zersetzbar. Schmilzt bei starkem Glühen zu harter, schwarzer, glänzender Schlacke. Zwei Analysen ergaben im Mittel:

SiO_2	47,15
Al_2O_3	4,49
Fe_2O_3	9,00 ¹⁾
FeO	24,60 ²⁾
MnO	1,49
CaO	0,50
MgO	3,71
H_2O	8,70
$K_2O + Na_2O$	Spuren
	99,64

Verf. nimmt an, dass Stilpnomelan und Chalkodit trotz gleicher Mischung der nämlichen Silicate sich durch verschiedenen molekularen Aufbau unterscheiden.

Ref.: E. Düll.

39. J. Lemberg (in Dorpat): **Zur mikrochemischen Untersuchung einiger Mineralien** (Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1900, **52**, 488—496).

1. Siedende Lösung von 30—40% rohem KCN löst: Chalkosin rasch (Freilegung von Pyrit-, Kupferkies-, Fahlerz-, Limonit-, Ag - Au -Einsprenglingen), Bornit etwas langsamer (Abtrennung von Pyrit-, Kupferkies-, Magnetit-, Löllingit-Einschlüssen), Silberglanz sehr viel langsamer; Fahlerze (Rothgiltig am langsamsten) fast nur bei Gegenwart von KOH ³⁾.

Die Methode dient zur Beseitigung von Chalkosin und Bornit, wo sie stören, z. B. bei der mikrochemischen Untersuchung von Lampriten; ferner zur Erkennung metallischen Kupfers (langsamer löslich, wird blank) neben Lampriten oder unter oxydischen und sulfidischen Häutchen; zur Abtrennung des Silberglanzes von obigen Kupfererzen; zur Trennung des Silberglanzes von Pyrit, Kupferkies und metallischem Silber; zum Blankmachen dunkel angelaufenen Silbers, besonders neben dunklen Mineralien (in weisser Umgebung schwärzt man Ag durch Na_2S_n); zur Auflösung von Chalkosin aus eventuell gemengten Cuproplumbiten und Silberkupferglanz, von Silberglanz aus eventuell gemengten Silberkiesen; zur Abscheidung von Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Kobaltkies aus Fahlerzen. $AgCl$ und $AgBr$ lösen sich in obiger Lösung schneller als in NH_3 -Lösung.

Siedende KCN -Lösung ist da, wo Säuren nicht anwendbar sind, zweckmässig zur Lösung von Cuprit, Kupferoxyd, Malachit, Lasur, Atacamit, Brochantit, Tagilit, Ehlit, Lunnit, Kupferschaum, Kupferglimmer, Lirokonit. Diopas ist wegen seiner schwierigen Löslichkeit gut abtrennbar. Olivenit und Libethenit lösen sich rascher in KOH - KCN .

2. Citratlösung⁴⁾ löst Gyps bei 50—60° C., grössere Stücke zergehen bei Zimmertemperatur in 24 Stunden (z. B. Beseitigung der Gypsüberzüge auf porösen Tuffen; Abtrennung von Einschlüssen in Gyps, wie Cölestin, Schwefel). Anhydrit löst sich weit langsamer.

1) und 2) Wegen der leichten Oxydirbarkeit des FeO zu corrigiren: 5,00% Fe_2O_3 , 28,20% FeO . Der Chalkodit verhält sich optisch wie einaxig; Farbe hellgrün ohne Pleochroismus und Absorption.

3) 16 Th. H_2O + 6 Th. KOH ; KCN fast bis zur Sättigung zugefügt; Kochen mit 5 ccm dieser Lösung, die erneuert wird, sobald heftiges Stossen eintritt.

4) Fresenius, Zeitschr. f. anal. Chem. 1884, **20**, 201.

3. Kochen mit Kalilauge (5 Th. H_2O , 7 Th. KOH) erzeugt dunkle Ueberzüge auf:

Fahlerz (in $\frac{1}{2}$ —1 Minute matt braunschwarz, durch Br -Lauge rasch oxydirt, mit $HC_2H_3O_2$ und $K_4Fe(CN)_6$ Cu -Reaction; Kenntlichmachung von Fahlerz neben Bleiglanz, Sphalerit, Kobaltkies, Pyrit, Smaltin, Mispickel, Löllingit, Millerit, Nickelin, nicht neben Kupferkies, Magnetkies, Chalkosin, Bornit);

Kupferkies (am besten auf Schliffen, innerhalb 1 Minute dunkel, matt; Unterscheidung von Lampriten);

Eisenspath (matt schwarz; Erkennung feiner Siderite in Kalkstein, Dolomit; Dauer der Einwirkung sehr verschieden).

4. Kochen mit Na_2S_2 in 3 Th. H_2O macht Schliffe von Magnetkies in $1\frac{1}{2}$ —3 Minuten matt schwarzbraun. (Erkennung eingeschlossenen Pyrites und Chalkopyrites.)

5. Lösung von 6% $HC_2H_3O_2$ und 10% $AgNO_3$ bedeckt nach 15 Minuten Kupferglimmer und Kupferschaum mit gut haftendem rothbraunem Ag_3AsO_4 . (Charakteristik neben anderen Cu -Mineralien, ausser Olivenit, von welchem Trennung durch KCN möglich.)

6. Lösung von 15% NH_3 und 6% $Ca(NO_3)_2$ bedeckt Lirokonit nach 20 Minuten mit weissem, voluminösem Ca - Al -Arseniat, das mit 30% $AgNO_3$ -Lösung langsam Ag_3AsO_4 bildet.

7. Kalte oder mässig warme $NaHS$ -Lösung schwärzt rasch Cu -Carbonate, -Phosphate, -Arseniate, nicht Dioptas.

8. Kalt gesättigte $(NH_4)_3H(CO_3)_2$ -Lösung bedeckt in 10—15 Minuten Anglesit (Cerussit kaum) mit milchweissem, porzellanartigem $PbCO_3$; Na_2CO_3 -(K_2CO_3 -)Lösung nicht anwendbar.

9. Vorige Lösung mit etwas NH_3 -Wasser bedeckt in 24 Stunden (kalt) Cölestin (Baryt nicht) mit trübem Carbonat; bei 60—70° giebt alsdann $AgNO_3$ -Lösung in 2 Minuten Ag_2CO_3 , das durch K_2CrO_4 -Lösung roth (zum Theil rothpunktirt) wird.

10. 10% Na_2CO_3 -Lösung bedeckt nach 4—5 Minuten bei fast Siedehitze Anhydrit und Cölestin (letzterer durch Citrat vorher grösstentheils gelöst) mit den Carbonaten; NH_4 - Fe -Alaun- und $(NH_4)_2S$ -Lösung macht alsdann Cölestin dunkelgrün, durchscheinend, Anhydrit schwarz, opak.

11. 8% $Pb(NO_3)_2$ -Lösung bedeckt nach 3 Minuten bei fast Siedehitze Kryolith mit PbF_2 (wird durch Br -Lauge zu gelbem Superoxyd). Anwendbar auf Schliffen zur Erkennung von Einschlüssen (Orthoklas, Quarz, Siderit). Sulfate, z. B. Gyps, weniger Cölestin, macht man am besten als $PbSO_4$ kenntlich (deckt besser als $BaSO_4$ und geht leicht in PbS durch Na_2S , in PbO_2 durch Br -Lauge über).

12. 4% HNO_3 mit $Pb(NO_3)_2$ fast gesättigt bedeckt Brochantit in 1—2 Stunden (kalt) mit gut haftendem $PbSO_4$.

13. $Pb(NO_3)_2$ in 1 Vol. H_2O + 1 Vol. 96% Alkohol reagirt rasch auf Alaun und Haarsalz (vorher durch Benzin entfettet). Anwendbar auch für Chloride; Cl separat durch alkoholische $AgNO_3$ -Lösung kenntlich.

14. 20 ccm tief braunrothe Blauholzlösung + 0,3 ccm 30% NH_3 (filtrirt, stets frisch bereit) färbt kalt in 10 Minuten Aluminitt violettblau (Thon, Kreide u. dgl. dürfen nicht zugegen sein).

15. 10 ccm braunrothe Blauholzlösung + 0,3 ccm 30% NH_3 + 10 ccm Alkohol (filtrirt, stets frisch bereit) ist anwendbar für Alaun und Haarsalz (Blaufärbung).

Ref.: E. Düll.

40. E. A. Wülfing (in Tübingen): Untersuchung des bunten Mergels der Keuperformation auf seine chemischen und mineralogischen Bestandtheile (Jahreshefte d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde in Würtbg. 1900, 56, 1—46).

Versuche über das Verhalten reiner Carbonat-Typen und reiner Kaoline bei höheren Temperaturen ergaben Folgendes.

	Gewichtsverlust bei Erhitzung auf 500°			Bemerkungen
1. Isländer Doppelspath CaCO_3	Bleibt nach dreistündiger Erhitzung absolut constant.			
2. Magnesitpath von St. Michael, Steierm. Fast nur MgCO_3 .	Nach 2 St. 23,34 0/0 8 St. 45,56 0/0	4 St. 34,47 0/0 12 St. 49,12 0/0	6 St. 37,31 0/0	Gewichtsverlust nach 40 Minuten Glühen auf Gebläse 51,39 0/0. Die Theorie verlangt für reines MgCO_3 52,38 0/0.
3. Eisenspath von Hauzeisen, FeCO_3 mit sehr wenig Ca und Mg .	Nach 2 St. 31,74 0/0			Gew.-Verl. n. 40 Min. Glühen auf Gebl. 32,64 0/0. Theorie verl. f. Uebergang v. FeCO_3 in Fe_2O_3 31,03 0/0.
4. Normaldolomit vom Zillerthal $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$, Spur Fe , Spaltungswinkel $73^\circ 44' \pm 3'$.	Nach 2 St. 0,36 0/0	4 St. 0,67 0/0		Gew.-Verl. n. 40 Min. Glühen auf Bunsenbrenner 43,75 0/0, nach weiteren 40 Min. auf Gebläse 45,93 0/0. Theorie verl. f. reines $\text{CaCO}_3.\text{MgCO}_3$ 47,82 0/0.
5. Braunspath von Schemnitz, Ungarn (Ca , Mg , Fe , Mn) CO_3	Nach 2 St. 0,44 0/0	4 St. 0,18 0/0		Gew.-Verl. n. 40 Min. Glühen auf Bunsenbrenner 43,72 0/0, n. weiteren 40 Min. auf Gebläse 43,99 0/0.
6. Dolomit von Blaubeuren. Spur Eisen, etwas Thonerde.	Nach 2 St. 0,52 0/0	4 St. 4,17 0/0		Gew.-Verl. n. 40 Min. Glühen auf Bunsenbrenner 36,76 0/0, n. weit. 40 Min. auf Gebl. 36,87 0/0. Material also stark verunreinigt, vermuthlich durch Thon.

Gewichtsverlust	Kaolin von			Steinmark von Rochlitz	Mittel- werthe
	Znaym	China	Passau		
bis 108°	0,93 0/0	0,47 0/0	1,30 0/0	0,85 0/0	0,89 0/0
von 108°—250°	0,22 0/0	0,21 0/0	1,01 0/0	0,28 0/0	0,43 0/0
- 250—350	0,24	0,27	0,85	0,34	0,43
- 350—500	9,75	11,19	9,92	12,07	10,73
über 500°	1,97	1,70	1,74	1,59	1,75
von 108° bis zum Glüh.	12,18 0/0	13,37 0/0	13,52 0/0	14,28 0/0	13,34 0/0

Nach der Formel $2\text{H}_2\text{O}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$ entsprechen $1\text{H}_2\text{O}$ 6,98, $1\frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ 10,46, $2\text{H}_2\text{O}$ 13,95 0/0.

Die untersuchten Mergel enthalten nur sehr wenig Kaolin; sehr reichlicher Chlorit (Strigovit) hat die Zusammensetzung eines Leptochlorites $2\text{H}_2\text{O}.2\text{MgO}.\text{Al}_2\text{O}_3.2\text{SiO}_2$. Etwas MgO ist durch FeO , viel Al_2O_3 durch Fe_2O_3 und nicht wenig H_2O durch K_2O , weniger durch Na_2O ersetzt. Einem ziemlich reichlich vertretenen in HCl löslichen Silicat aus der Gruppe der »Thone« kommt

annähernd die Formel $2H_2O.Al_2O_3.4SiO_2$ zu, entsprechend dem Gümbeľ'schen Pilolith.

Die Carbonate bilden isomorphe Mischungen von $CaCO_3 > MgCO_3$. Freies $CaCO_3$ scheint nicht vorzukommen.

Ref.: E. Düll.

41. R. Beck (in Freiberg): **Ueber die Erzlagerstätten von Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge** (Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1900, 52, Protok. 58—60).

Die Erzlager gehören zwei Horizonten des durch Contactmetamorphose beeinflussten Glimmerschiefers an. Eigentliche Grundlage der Erzconcentration ist ein Salit-Strahlsteingestein mit Granat, Quarz (oft als grüner Prasem mit mikroskopischer Hornblende erfüllt), Calcit, Pistazit, Chlorit, grünem Glimmer und Fluorit; spärlichere Gemengtheile sind u. a. Braun- und Manganspath, Axinit, Turmalin, Vesuvian, Helvin. Magnetit bildet öfter Lagen und Bänke im Gestein und geht in Roth- und Brauneisenerz über. Eine andere Erzgruppe bilden Pyrit, Blende, silberhaltiger Bleiglanz und Kupferkies, untergeordnet Arsen- und Magnetkies, ganz selten Polybasit, Glaserz, Rothgiltig, gediegen Silber, eine dritte Zinnerz (oft in langsäuligen Kryställchen), Molybdänglanz, Eisenglanz und Arsenkies. Im Erzbereiche ist Salit in Aktinolith umgewandelt und dieser derart mit Kieselsäure getränkt, dass Prasem, Hornstein und Jaspis-ähnliche Aggregate entstanden; ein Theil des Lagers ist vertalkt und serpentinisirt. Die sulfidischen Erze (feine Einsprenglinge, Trümchen, compact) und der Quarz sind jünger als die Silicate.

Ref.: E. Düll.

Autorenregister.

	Seite
F. D. Adams und J. T. Nicolson, eine experimentelle Untersuchung über die Deformation des Marmors	82
J. H. Adriani, Erstarrungs- und Umwandlungserscheinungen in optischen Antipoden	649
J. Antipoff, 1. Ueber ein dem Voglit ähnliches Uranmineral. 2. Ueber natürliches Zinkoxyd aus den Olkuschk'schen Gruben in Polen	475
v. Arend, Krystallform des p-Monobromantipyrens	632
H. E. Armstrong, Bericht des Ausschusses über isomorphe Benzolderivate.	85
A. Artini, Krystallform des Aminodimethylbernsteinsäure-Anhydrid.	634
E. Aschkinass, über anomale Dispersion im ultrarothern Spectralgebiete	277
F. Auerbach, über die Elasticität und die Härte von krystallisirter, amorpher und wasserhaltiger Kieselsäure	282
Aulay s. McAulay.	
Backhuis Roozeboom s. Roozeboom.	
H. L. Barviř, über einige Cerussitkrystalle von Mies	203
E. E. Basch, künstliche Darstellung des Polyhalit	637
M. Bauer, Fuchsit als Material zu prähistorischen Artefacten aus Guatemala.	432
H. Baumhauer, über die krystallographischen Verhältnisse des Jordanit	635
R. Beck, über die Erzlagerstätten von Schwarzenberg im sächsischen Erzgebirge.	660
— und W. von Fircks, die Antimonlagerstätten von Kostainik in Serbien.	442
F. Becke, Whewellit von Brūx	342
J. Beckenkamp, über den Paramagnetismus einiger hexagonaler und regulärer Krystalle. Mit 3 Textfiguren	402
— die vicinalen Flächen und das Rationalitätsgesetz. Mit 4 Textfigur	444
— über Zwillingsbildung von Krystallmassen und von Molekülen. Hierzu Tafel XV und 34 Textfiguren	466
E. Beckmann, über Spectrallampen.	297
J. M. van Bemmelen, über das Vorkommen, die Zusammensetzung und die Bildung von Eisenanhäufungen in und unter Mooren	638
C. Benedicks, Beiträge zur Kenntniss des Gadoliniums.	626
J. S. Berge, J. H. Brownlee und R. C. Ringrose, Verzeichniss der Mineralien des Walsh- und Tinaroo-Bergreviers in Nord-Queensland	94
F. Berwerth, grosser Diamantkrystall aus dem Capland	343
J. Beykirch, über den Strontianit des Münsterlandes	522
F. Beyschlag und P. Krusch, die Goldgänge von Donnybrook in Westaustralien	409
J. Blaas, über ein Eisenerzvorkommen im Stubaithele	440
G. Bodman, über Isomorphie zwischen Salzen von Wismuth und von einigen der seltenen Erdmetalle	492
A. Bodmer-Beder, durch Gebirgsdruck gebogene Quarzkrystalle	348
— Beiträge zur Petrographie des östlichen Rhätikons	424
O. B. Bøggild, krystallographische Untersuchung einiger Platinsalze. Mit 4 Textfiguren	624
T. G. Bonney, weitere Notizen über Blöcke u. s. w. von den Newlands Diamant-Gruben, Griqualand West.	89

W. Bornhardt und B. Kühn, Notizen über Mineralien Deutsch-Ostafrikas . .	420
H. L. Bowman, Mittheilungen aus dem Oxforder mineralogischen Laboratorium. 1. Ueber einen rhombischen Pyroxen aus Südafrika. 2. Ueber eine Methode, um die Veränderlichkeit der Wärmeleitung von Krystallen in verschiedenen Richtungen zu zeigen. 3. Ein Sapphirzwilling. 4. Ueber Monazit und begleitende Mineralien von Tintagel in Cornwall	168
R. Brauns, Beobachtungen über die Krystallisation des Schwefels aus seinem Schmelzflusse	531
— ungewöhnlich lange Beständigkeit einiger Schwefelmodifikationen . . .	532
E. Breusing, Untersuchungen über Breithaupt's Manganocalcit (Agnolith Breusing)	520
J. H. Brownlee S. J. S. Berge.	
L. Brugnattelli, Beryll und andere Mineralien der Pegmatite von Sondalo im Veltlin	97
— über einen Fundort von Titanolivin im Val Malenco (Veltlin)	151
B. Brunhes, über die innere Reflexion in einem Krystalle mit Drehungsvermögen	544
H. Bücking, Sulfoborit von der Asse	156
— Cordierit von Nord-Celebes und aus den sogenannten verglasten Sandsteinen Mitteleuropas	654
K. Bürker, über ein Dreipulvergemisch zur Darstellung elektrischer Staubfiguren.	281
O. Bütschli, Untersuchungen über Mikrostructuren des erstarrten Schwefels nebst Bemerkungen über Sublimation, Ueberschmelzung und Uebersättigung des Schwefels und einiger anderer Körper	534
— Untersuchungen über die Mikrostructur künstlicher und natürlicher Kieselsäuregallerten (Tabaschir, Hydrophan, Opal)	536
K. Busz, Mittheilungen über den Granit des Dartmoor Forest in Devonshire, England, und einige seiner Contactgesteine	518
W. Campbell, über die in festen Metallen durch Druck hervorgerufene Umkrystallisirung	90
R. Canaval, zur Kenntniss der Goldvorkommen von Lengholz und Siflitz in Kärnten	655
F. Chapman, die Bestandtheile des »Plateau-Gravel« von Ash bei Sevenoaks (Kent)	89
F. W. Clarke und G. Steiger, Einwirkung von Chlorammonium auf Analcim und Leucit	62
— Einwirkung von Chlorammonium auf Natrolith, Skolezit, Prehnit und Pektolith	65
E. Cohen, 1. Die Meteoreisen von Griqualand East, Süd-Afrika. 2. Das Meteor-eisen von Bethany, Great Namaqualand, Süd-Afrika	93
— Meteoritenstudien X, XI	644
— das Meteor-eisen von Surprise-Springs, Bagdad, San Bernardino Co., S.-Californien	644
— die beiden Meteoreisen von Los Muchachos, Tuscon, Arizona	644
— Zusammenfassung der bei der Untersuchung der körnigen bis dichten Meteoreisen erhaltenen Resultate	644
H. F. Collins, eine neue Association von Gold	92
A. K. Coomara Swamy, über Ceylons Gesteine und Graphit	87
G. S. Corstorphine, Malmsbury-Schichten und ihre eruptiven Intrusionen . .	171
W. B. v. Czudnochowski, Färbung von Flussspath durch Kathodenstrahlen. — durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an Krystallplatten . . .	285 544
O. A. Derby, Notizen über Monazit	69
M. Dittrich, Analyse eines Iivaarit von Iivaara	196
E. Döll, über einige Pseudomorphosen aus Brasilien	640
— Pyrolusit nach Rhodonit. Quarz nach Rhodonit, Limonit nach Karpholith, drei neue Pseudomorphosen	640
John W. Evans, die Umwandlung von Pyrit durch unterirdisches Wasser . .	170
J. A. Ewing und W. Rosenhain, über die krystalline Structur der Metalle .	83
— über die krystalline Structur der Metalle. II. Das Ausglühen	84
O. Fahrenhorst, über ein Vorkommen von Dolomit bei Magdeburg	419
O. C. Farrington, I. Neue Mineralvorkommen. II. Krystallformen des Calcits von Joplin, Missouri	76

E. von Fedorow, Theorie der Krystalstructure. II. Theil. Reticuläre Dichtigkeit und erfahrungsgemässe Bestimmung der Krystalstructure. Mit 2 Textfiguren	209
Ferguson, über das Alter der goldführenden Quarzgänge und Goldseifen von Victoria	95
W. von Fircks s. R. Beck.	
G. Flink, mineralogische Notizen	496
A. Fock, kristallographische Untersuchung des Isatosaureanhydrid	631
H. W. Foote, über die physikalisch-chemischen Beziehungen zwischen Aragonit und Calcit	294
A. Frenzel, Argyrodit ist Breithaupt's Plusinglanz	342
C. Fritsch, eine neue Spaltvorrichtung an Spectralapparaten.	284
J. Fromme, Minerale aus dem Radauthale	656
K. Glinka, über einige Reactionen der Aluminiumhydrosilicate.	488
V. Goldschmidt, über Winkelprojectionen. Hierzu Taf. X und XI (Fig. A—F) und 6 Textfiguren	388
— und H. Philipp, Pyrit von Csetras. Hierzu eine Figur auf Taf. X	386
J. G. Goodchild, über die Entstehung einiger schottischer Mineralien	93
— über einfachere Methoden in der Krystallographie. I. Theil »Stereo-gramme«	94
G. A. Goyder, über den Sulvanit, ein neues Mineral	90
E. Haber, die geschwefelten Erzvorkommen an der Südwestküste von Tasmanien	448
A. Hamberg, das Mineralvorkommen von Skrupetorp.	492
— über das sogenannte Krystallwasser sowie über den Wassergehalt der Zeolithmineralien	493
Harald Hansteen, ältere und neuere Beobachtungen über Silbervorkommen im Kongsberggebiete.	496
M. F. Heddle, die Mineralien des Storr	87
— über die Structur der Achate.	93
O. H. Hershey, Alter und Genesis gewisser Goldlagerstätten auf dem Isthmus von Panama.	442
— Ursprung und Alter gewisser Gold- »Pocket« -Lagerstätten in Nord-Californien	442
C. T. Heycock und F. H. Neville, Gold-Aluminiumlegirungen	85
J. E. Hibs, Erläuterungen zur geologischen Karte des böhmischen Mittelgebirges Blatt II (Rongstock-Bodenbach)	306
W. F. Hillebrand, Analysen von Anorthit und Epidot	79
— und S. L. Penfield, Beiträge zur Kenntniss der Alunit-Jarositgruppe. Mit 2 Textfiguren	545
— und F. L. Ransome, über Carnotit und die ihn begleitenden Vanadinmineralien im westlichen Colorado	67
H. Hilton, über Viola's Methode der Ableitung der Krystallklassen aus dem Princip der Homogenität.	451
K. Hinterlechner, vorläufige Mittheilungen über die Basaltgesteine in Ostböhmen.	640
— über Basaltgesteine aus Ostböhmen	640
D. J. Hissink, über die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Natriumnitrat mit Kaliumnitrat und von Natriumnitrat mit Silbernitrat	292
J. H. van't Hoff, Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. XVIII—XX.	298
T. H. Holland, Entstehung der Magnesitablagerungen des südlichen Indiens.	90
T. C. Hopkins, Cambro-silurische Limoniterze von Pennsylvanien	75
Fr. Hupfeld, die Eisenindustrie in Togo.	420
E. Hussak und G. T. Prior, über Florencit, ein neues wasserhaltiges Phosphat von Aluminium und Cererden aus Brasilien	465
Valér Hulyák, Anglesite von Laurium und Utah	204
Ivor s. R. W. E. Mac Ivor.	
P. Jaworowsky, über die Form des Goldes aus den Goldseifen von Seisk.	474
C. v. John, über einige neue Mineralvorkommen aus Mähren	644
J. Joly, über die Bildungsfolge der Silicate in Eruptivgesteinen	87
E. Kaiser, Mineralogische Notizen.	349
A. Karpinsky, über Mineralien aus dem Hissargebirge	474

	Seite
M. Kišpatić, die krystallinischen Gesteine der bosnischen Serpentinzone . . .	649
C. Klein, das Krystallpolymeter, ein Instrument für krystallographisch-optische Untersuchungen. Mit 1 Textfigur . . .	623
J. Knett, partielle Perimorphose am Calcit . . .	525
R. Köchlin, ein neuer Bornitfund u. a. Funde a. d. Mellitzgraben . . .	343
— über ein neues Vorkommen von farblosem Titanit . . .	343
— über Simonyit und Glauberitkrystalle von Hallstatt . . .	637
— über Glauberit vom Dürnberge bei Hallein . . .	637
J. Koenigsberger, über die Absorption des Lichtes in festen Körpern . . .	620
F. Kovár, chemische Untersuchung einiger bulgarischer Mineralien . . .	202
— chemisch-mineralogische Mittheilungen . . .	204
— und F. Slavík, über Triplit von Wien und Cyrillhof in Mähren und seine Zersetzungsproducte . . .	642
P. Krusch s. F. Beyschlag.	
B. Kühn s. W. Bornhardt.	
N. Kurnakoff, 1. Ueber die chemische Zusammensetzung einiger Salzseen in der Krim. 2. Ueber die Verhältnisse der Glaubersalzausscheidungen im Karabugas. . .	474
O. Lehmann, Structur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle und deren Mischbarkeit mit festen. . .	278
— über flüssige Krystalle . . .	278
J. Lemberg, zur mikrochemischen Untersuchung einiger Mineralien . . .	657
Th. Liebisch, über das Minimum der Ablenkung durch Prismen optisch zweiaxiger Krystalle . . .	285
A. Liffa, Beiträge zur krystallographischen Kenntniss des Chrysoberylls von Ceylon. Hierzu Tafel XVIII . . .	606
A. Liversidge, über die krystallinische Structur einiger Goldklumpen von Victoria, Neu-Seeland und Klondyke . . .	95
— über die krystallinische Structur einiger Silber- und Kupferklumpen . . .	96
F. Loewinson-Lessing, zur Frage über die Krystallisationsfolge im Magma. . .	434
— geologische Skizze der Besitzung Jushno-Sausersk und des Berges Deneshkin Kamen im nördlichen Ural . . .	653
J. Lomas, die anorganischen Bestandtheile des »Crag« in Essex . . .	89
E. C. E. Lord, Notizen über die Geologie und Petrographie der Monhegan-Insel, Maine . . .	72
B. Loury, über die Krystallform des NaBrO_3 . Mit 2 Textfiguren . . .	180
H. J. Lowe, Natrolith von Coverack . . .	93
O. Luedecke, Krystallform einiger Hydroxylaminverbindungen . . .	633
E. E. Lungwitz, das Auslaugen von goldführenden Ablagerungen durch Pflanzen. — die Goldseifen von Britisch-Guyana . . .	92 410
A. McAulay, Notizen über die Lichttheorie. I. Geometrische Eigenschaften der Wellenflächen. II. Reflexion und Brechung an der Grenze von Krystallen, behandelt nach einem Theorem von Sir W. Rowen Hamilton. . .	162
R. W. E. MacIvor, Gediegen Tellur aus West-Australien . . .	88
F. R. Mallet, wasserfreie Sulfate vom Typus $2M'SO_4.R_2'SO_4$, speciell die des regulären Systems . . .	90
G. P. Merrill, Mineralanalysen . . .	73
W. Meyerhoffer, Schmelzpunkte und Ausscheidungsfolge von Mineralien. Mit 2 Textfiguren . . .	593
F. Michel, über Malonesterderivate des 2-3-Dichlor- α -naphtochinons . . .	632
L. Milch, mineralogische Mittheilungen. — über die Krystallform des Desoxalsäureesters . . .	425 628
A. F. Molengraaff, Notizen über das Vorkommen von Mineralien in der Süd-Afrikanischen Republik . . .	423
L. T. More, über die Coincidenz gebrochener Lichtstrahlen in krystallisirten Medien . . .	164
J. Mrha, Beiträge zur Kenntniss des Kelyphit. . .	307
O. Mügge, die Gleitungen der Krystalle. — über regelmässige Verwachsungen von Arsen und Arsenblüthe. . .	284 306
— künstlicher Korund . . .	344
W. Müller, Notiz über die Krystallform von Calcium-, Baryum- und Strontium-sulfid. . .	320

	Seite
G. Munteanu-Murgoci, über die Einschlüsse von Granat-Vesuvianfels in dem Serpentin des Paringu-Massivs	649
R. G. van Name, über Krokoitkrystalle von Tasmanien. Mit 6 Textfiguren	553
F. H. Neville s. C. T. Heycock.	
V. Neuwirth, über ein neues Apophyllit- und Heulanditvorkommen im mährischen Gesenke	342
J. T. Nicolson s. F. D. Adams.	
A. E. Nordenskiöld, über die Entdeckung und das Vorkommen der seltene Erden enthaltenden Mineralien	87
H. Oehmichen, die böhmischen Granatlagerstätten und die Edelsteinseife des Seufzergründels bei Hinterhermsdorf in Sachsen	408
K. Ohm, über das Weissbleierz von der Grube Perm bei Ibbenbüren und einige andere Weissbleierzvorkommen Westfalens	430
A. Osann und E. Rudin, Krystallform der Cineolsäure	633
Ch. Palache, über Epidotkrystalle von Alaska. Hierzu Tafel XIII	433
— s. a. J. E. Wolff.	
H. B. Patton, Thomsonit, Mesolith und Chabasit von Golden, Colorado	74
A. Pelikan, der Augit aus dem krystallinischen Kalkstein von Mährisch-Altschadt-Goldenstein	307
— Pseudomorphose von Edelpal nach Gyps	342
— krystallographische Bestimmung des Papaverinols	634
S. L. Penfield s. W. F. Hillebrand.	
— s. a. H. L. Wells.	
H. Philipp s. V. Goldschmidt.	
L. V. Pirsson und H. H. Robinson, über die Bestimmung von Mineralien in Dünnschliffen durch ihre maximale Doppelbrechung	70
J. M. Polak, über Kalkspathkrystalle aus der Umgebung von Prag	344
P. Poni, Studien über die Mineralien Rumäniens	198
W. J. Pope, Krystallform des Rechts- und Links-Isoamarin	92
J. H. Pratt, Vorkommen von Korund in Nord-Carolina	70
— Talk und Pyrophyllit in Nord-Carolina	84
G. T. Prior, Haminit, Florencit, Plumbogummit (Hitchcockit), Beudantit und Svanbergit als Glieder einer natürlichen Mineralgruppe	166
— s. a. E. Hussak.	
A. Prister, Notizen über Entstehung und Bildung der Goldablagerungen des Witwatersrand	95
F. L. Ransome s. W. F. Hillebrand.	
A. Rauber, Atlas der Krystallregeneration	538
W. Reinders, über die Bildung und Umwandlung der Mischkrystalle von Quecksilberbromid und Quecksilberjodid	290
H. Reusch, ein Vorkommen von Kaolin und feuerfestem Thon bei Dydland nahe dem Flekkefjord in Norwegen	194
W. Rickmers, die goldführenden Conglomerate von Bokhara	92
E. Riecke, über Wechselwirkung und Gleichgewicht trigonaler Polsysteme, ein Beitrag zur Theorie der Krystallstruktur	283
A. Ries, die Krystallformen der Chloroplatinate der aliphatischen Amine, mit besonderer Berücksichtigung ihrer morphotropen Beziehungen. Mit 66 Textfiguren	324
R. C. Ringrose s. J. S. Berge.	
F. Rinne, über den Einfluss des Eisengehaltes auf die Modificationsänderung des Boracites	287
— Bemerkung über die Polarisationswirkung von Linsenrändern	289
— Notiz über Rubin und Chromverbindungen	426
— Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes	643
— Skizzen zur Geologie der Minahassa in Nord-Celebes	643
C. Riva, Krystallform des Strophantidinhydrats	634
H. H. Robinson s. L. V. Pirsson.	
H. Rösler, über Hussakit (Xenotim) und einige andere seltene gesteinsbildende Mineralien	258
A. F. Rogers, Sphaleritkrystalle von einem eigenthümlichen Habitus und mit einer neuen Form von Galena, Kansas	64
— Mineralogische Notizen	66

	Seite
A. F. Rogers, Mineralien aus dem Joplin-Zink- und Bleidistrict	79
A. W. Rogers und E. H. L. Schwarz, Geologie des Oranjesflusstales in den Districten Hope Town und Prieska	174
H. W. Backhuys Roozeboom, Eisen und Stahl vom Standpunkte der Phasenlehre	617
W. Rosenhain s. J. A. Ewing.	
E. Rudin s. A. Osann.	
Fr. Ryba, Beitrag zur Genesis der Chromeisenerzlagerstätte bei Kraubat in Obersteiermark	447
J. H. Rydberg, die Härte der einfachen Körper	293
A. Sachs, über neue Kalkspathformen von Tharandt in Sachsen. Hierzu Taf. XIV, Figg. 5 und 6	449
W. Salomon, die Krystallformen des Methyläthers des Dibrom-p-Oxymesitylalkohols und des p-p-Dimethylbenzöins	629
J. Samojloff, Carbonate aus den Bakalsk'schen Gruben im südlichen Ural	474
— über die Baryte aus einigen russischen Lagerstätten	472
R. Scheibe, Arsenikalkies aus dem Radauthal im Harz	320
R. Schenck, die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen über die flüssigen Krystalle	284
— über eine Methode zur Ermittlung des Umwandlungspunktes monotrop-dimorpher Körper	293
A. Schklarewsky s. W. Vernadsky.	
C. Schmidt, über einen zweiten Scheelitkrystall aus dem Maderanerthal in der Schweiz	460
— Mineralien aus dem Triasdolomit des Baltschiederthales im Wallis	423
A. Schwantke, über Krystalle aus Taubenblut	630
— zur Krystallform des Histidindichlorids	630
E. H. L. Schwarz s. A. W. Rogers.	
M. Schwarzmänn, Krystallophotogrammetrie, neues Hilfsverfahren bei der Krystallmessung	528
— zur Krystallophotogrammetrie. Exakte bildliche Darstellung, Hilfstabellen, Instrumente und Modelle.	528
E. G. A. ten Siethoff, eine einfache Construction des sogenannten Interferenzkreuzes der zweiaxigen Krystalle	290
Hj. Sjögren, über die Art des Vorkommens des Silbers in dem Erze von Sala — die chemische Zusammensetzung des Silberamalgams von Sala.	494
A. Skritzy, über die Krystallform des citronensauren Natron	184
F. Slavík, Bemerkungen über den Quarzporphyr vom Kozák-Berge	203
— Beiträge zur Kenntniss der Ammoniumhalogenverbindungen. Mit 10 Textfiguren	268
— s. a. F. Kovář.	
J. Smith, Pseudomorphosen von Serpentin nach Augit	88
— die Barytgänge von Südwest-Schottland	93
C. Söderström, Krystallform einiger Praseodymverbindungen	494
Fr. Solger, über die Benutzung der Lichtfiguren geätzter Krystallflächen zur kristallographischen Bestimmung der Aetzfiguren	288
W. J. Sollas, über die innere Structur der Krystalle. 4. Mittheilung: Reguläre Krystalle mit oktaëdrischer Spaltbarkeit	82
— die Reihenfolge der Erstarrung der Mineralien in Eruptivgesteinen	89
E. Sommerfeldt, thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung von Mischkrystallen	525
J. E. Spurr, Skapolithgesteine von Alaska	70
G. Steiger s. F. W. Clarke.	
W. Stortenbeker, über die Löslichkeit von hydratisirten Mischkrystallen	296
J. E. Strandmark, Dolerophanit als Hüttenproduct. Mit 3 Textfiguren	456
— Leonit aus Leopoldshall. Mit 4 Textfigur	464
E. B. Stringer, über ein verbessertes Polarisations-Occular	90
P. von Sutschinsky, mineralogische Beobachtungen in den Ilmenbergen und dem Bergwerksbezirk Kyschtim am Ural.	477
— über die Krystallform des Trichlormethylmetoxyphenylcarbinolessigäthers. Mit 4 Textfigur	479

	Seite
G. Tammann, über die Lage der Volumen- und Energiefläche eines Krystalls und seiner Schmelze	544
W. Tarassenko, Materialien zur Beurtheilung der chemischen Zusammensetzung der Kalknatron-Plagioklase	182
ten Siedhoff s. Siedhoff.	
St. J. Thugutt, über den Zeagonit, als neues Zersetzungsproduct des Nephelins	428
D. Tommasi, Bemerkung zu der Mittheilung von Tommasina über die Krystallisation bei elektrischem Transport gewisser Metalle in destillirtem Wasser	647
Th. Tommasina, Erwiderung	647
— über Metallkrystallisation, hervorgerufen durch die elektrische Ueberführung gewisser Metalle in destillirtem Wasser	284
H. W. Turner, über metasomatische Goldlagerstätten in der Sierra Nevada. .	444
G. Tschermak, über das Mischungsgesetz der Turmaline	344
G. Tschernik, über den Gadolinit vom Kaukasus	479
van't Hoff s. Hoff.	
H. Vater, einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrits	299
W. Vernadsky, Thuringit und Stilpnomelan aus russischen Vorkommen . . .	180
— und A. Schklarewsky, über die sphärischen Graphitbildungen in den Graniten des Ilmengebirges	180
C. Viola, Bemerkung zu Hilton's Arbeit, über Viola's Methode der Ableitung der Krystallklassen aus dem Princip der Homogenität	453
— Beitrag zur Zwillingbildung. Hierzu Tafel VIII, Figg. 4 und 2	234
— die Bestimmung der optischen Constanten eines Krystalles aus einem einzigen beliebigen Schnitte. Hierzu Tafel VIII, Figg. 3—6	245
— Beziehung zwischen Cohäsion, Capillarität und Wachsthum der Krystalle. Hierzu Tafel XVI, XVII und 43 Textfiguren	558
J. H. L. Vogt, die Silbererzgänge von Svenningdalen	195
— weitere Untersuchungen über die Ausscheidungen von Titaneisenerzen in basischen Ernpitvgesteinen	413
W. Voigt, über die Influenz ferromagnetischer Krystalle, besonders über die P. Weiss'schen Beobachtungen am Magnetit.	204
— der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse der Krystallelasticität . .	206
— über die Parameter der Krystallphysik und über gerichtete Grössen höherer Ordnung	208
W. Wahl, über ein wasserhaltiges Baryumsilicat. Mit 2 Textfiguren	156
Weber, die Goldlagerstätten des Cape Nome-Gebietes	409
E. Weinschenk, zur Kenntniss der Graphitlagerstätten. 2. Alpine Graphitlagerstätten (Anhang: die Talkschiefer und ihr Verhältniss zu den Graphitschiefern). 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon	346
— über einige Graphitlagerstätten. 2. Die Graphitlagerstätten der Steiermark. 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon	345
— das Talkvorkommen bei Mautern in Steiermark	346
M. Weibull, einige Kalkspathkrystalle von Gräsberg, Dalekarlien.	190
— über Barylit und Cordierit	190
Z. Weyberg, einige Beobachtungen über das Wachsthum der Kalialuminium-Alaunkrystalle. Mit 3 Textfiguren	40
H. L. Wells und S. L. Penfield, ein neues Vorkommen von Sperryolith . .	455
F. Wieggers, über Aetzungerscheinungen am Gyps.	420
A. N. Winchell, mineralogische und petrographische Untersuchung der Gabbrogesteine von Minnesota.	70
J. E. Wolff und Ch. Palache, über Apatit von Minot, Maine. Hierzu Taf. XIV, Figg. 4—4	438
F. E. Wright, der Alkalisyenit von Beverley, Massachusetts, U. S. A. . . .	344
A. Wroblewski, über eine Methode Krystalle aus einer Lösung zu erhalten ohne Krustenbildung an der Oberfläche	544
E. A. Wülfing, über eine neue Methode zur Orientirung der Plagioklase. Hierzu Tafel XII	403
— über einige kristallographische Constanten des Turmalins und ihre Abhängigkeit von seiner chemischen Zusammensetzung	538
— Untersuchung des bunten Mergels der Keuperformation auf seine chemischen und mineralogischen Bestandtheile	659

G. Wulff, Untersuchungen im Gebiete der optischen Eigenschaften isomorpher Krystalle. Hierzu Tafel I—V und 7 Textfiguren	4
— über den Gang der Rechnung in der Theodolithmethode. Hierzu Taf. VI und VII und 4 Textfigur	29
F. Zambonini, über zwei flächenreiche Epidotkrystalle vom Sulzbach	427
G. Zeiss, ein neuer beweglicher Objecttisch	620
J. V. Želizko, das Feldspathvorkommen in Südböhmen	448
P. Zemjatčensky, über die Genesis der Eisenerze am Ural	474
— über Smaragde und Berylle aus den Smaragdgruben am Ural	476
— die Kalkspathlagerstätten am Berge Celebi-journ-beli in der Umgebung des Baidar-Thores. Hierzu 4 Textfiguren	598
K. Zimányi, mineralogische Mittheilungen. Hierzu Tafel IX	252
H. Zirngiebl, Beitrag zur Kenntniss der Beziehungen zwischen Krystall und Molekül. Mit 46 Textfiguren	447
— krystallographischer Vergleich von Cinchotoxin und Cinchonidin . .	633
K. Zulkowski, über die Constitution des Andalusits und des Disthens. . . .	634

Sachregister.

A.

Absorption des Lichtes i. festen Körpern 620.
 Acetanilid 85, 86.
 Achat a. Schottland 94.
 Achate, Structur 93.
 Adulara a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 424.
 — v. Prägraten, Habitus 343.
 Aegirin a. d. Ilmenbergen, Vork., Krystallf., Anal. 178.
 Aethylacetanilid 86.
 Aethyl-activ-Amylaminplatinchlorid 344.
 Aethylaminchlorhydrat, enantiotr. 514.
 Aethylaminplatinbromid u. -chlorid 325.
 Aethylaminzinnchlorid 326.
 Aethyldiisobutylaminplatinchlorid 357.
 Aethyldipropylaminplatinchlorid 355.
 Aethylisobutylaminplatinbromid u. -chlorid 343.
 Aethylmethylazoxyanisol 279.
 Aethylmethylaminplatinchlorid 333.
 Aethyl-normal Butylaminplatinchlorid 342.
 Aethylpropylaminplatinchlorid 336.
 Aethylpropylisobutylaminplatinchlorid 357.
 Aetzfiguren, Benutzung d. Lichtfiguren geätzter Krystallflächen zur krystallographischen Bestimmung ders. 288.
 Aetzungserscheinungen am Gyps 421.
 Agalmatolith v. Nord-Carolina, Vork., Anal. 81.
 Agnolith v. Schemnitz, Ungarn, Anal., physikal. Eigensch. 520.
 Akanthit, enantiotr. 510.
 Aktinolith, Absorption d. Lichtes 622.
 — a. Bosnien, Anal. 649.
 — v. Ilmensee, Vork. 178.
 — v. Nord-Queensland, 95.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. South Brent, Devonshire 518.
 Alaun, anomale Dispersion i. ultrarothern Spectralgebiete 277.
 —, mikrochem. Untersuch. 658.
 —, Regeneration 538.

Albit v. Nord-Queensland 95.
 — a. d. Radauthale 656.
 — v. Rettenegg i. d. Rauris, Vierl., Krystallf. 425.
 — v. Schmirn, Tirol, Zwill., Krystallf. 425.
 — a. d. Sierra Nevada, Vork., Anal. 441.
 Allophan (?) v. Galena, Kansas, Vork., Anal. 79.
 Almandin a. Deutsch-Ostafrika, Anal. 424.
 Aluminat, mikrochem. Untersuch. 658.
 — a. d. Joplin-Distr. 79.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Aluminiumhydroxysilicate, Reactionen 488.
 Aluminiumlegierungen von Gold 85.
 Alunit v. Nord-Celebes 644.
 — u. Jarositgruppe, Beiträge zur Kenntniss ders. 545.
 Amine, aliphatische, Krystallform. d. Chloroplatinate 324.
 Amino-dimethylbernsteinsäure-Anhydrid 634.
 Ammoniak, ölsaures 280.
 —, salpetersaures, enantiotr. 540.
 Ammonium, benzoësaures 423, 437.
 —, benzosulfonsaures 423, 436.
 —, fluorjodsaures 427, 445.
 —, imidosulfonsaures 426, 443.
 —, methionsaures 424, 439.
 —, o-sulfobenzoësaures 423, 434.
 —, sulfocessigsäures 424, 444.
 Ammoniumfluorselenat 449.
 Ammoniumplatinchlorid 322.
 Ammoniumplatosemiäthylenchlorid 625.
 Ammoniumplatosemiaminchlorid 626.
 Ammoniumsulfat-Kaliumsulfat, Bildungswärme 526.
 Analcim, Einwirk. von Chlorammonium 62.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge, Vork. 306.
 — v. Golden, Colorado, Habitus 75.
 — v. Pardubitz, Habitus 640.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 Anatas, Absorption d. Lichtes 622.
 —, Nachweis i. Graniten 262.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 424.

- Anatas v. Tintagel, Cornwall, Krystallf. 170.
 Andalusit, Constitution 634.
 —, Nachweis i. Graniten 266.
 — v. Essex 89.
 — v. d. Langebergen, Habitus 171.
 — a. Schottland 94.
 — v. South Brent, Devonshire, Physik. 519.
 Andesin a. Schottland 94.
 Anglesit, mikrochem. Untersuch. 658.
 — a. d. Joplin-Distr. 79.
 — v. Laurium, Vork., Krystallf. 201.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. Tasmanien 449.
 — v. Utah, Krystallf. 201.
 Anhydrit, Bildungsverhältnisse 298.
 —, mikrochem. Untersuch. 637.
 —, Versuche über d. Bildung d. marinen 299.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Ankerit a. Kärnthen 655.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — a. d. südl. Ural, Krystallf. 172.
 Anomale Dispersion i. ultrarothern Spectralgebiete 277.
 Anorthit v. Phippsburg, Maine, Vork., Anal. 79.
 — v. Vesuv, Mess. 404.
 Antigorit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen, Anal. 649.
 Antimonglanz v. Kärnthen 655.
 — v. Kostainik, Serbien 413.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Svenningdalen 195.
 Antimonjodür, enantiotr. 540.
 Antimonocker v. Kostainik, Serbien 413.
 Apatit, Zusammenstell. d. physik. u. chem. Charaktere 447.
 — a. Deutsch-Ostafrika, Vork. 421.
 — a. d. Ilmenbergen, Vork., Habitus 178.
 — v. Minot, Maine, Vork., Krystallf., Anal., Opt. 437.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Schottland 94.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Vork., Krystallogr.-opt. 100.
 Apophyllit v. Golden, Colorado 75.
 — a. d. mährisch. Gesenke, Vork., Habitus, Anal. 342.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. d. Radauthale, Krystallf. 656.
 — v. Rézbánya, Vork., Krystallf. 256.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 Aquamarin v. d. Ilmenbergen, Anal. 177.
 Aragonit, enantiotr. 540.
 —, physikal.-chem. Beziehungen zwischen ihm u. Calcit 294.
 —, Zwillingsbildung 479.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — v. Golden, Colorado 75.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. d. südl. Ural, Vork., Krystallf. 171.
 Argyrodit = Breithaupt's Plusinglanz 342.
 Arsen v. Nord-Queensland 94.
 — u. Arsenblüthe, regelmässige Verwachsungen 306.
 Arsenikalkies a. d. Radauthal, Harz, Vork., Anal., Krystallf. 320.
 Arsenkies, Umwandlungsversuche 171.
 — a. Brit.-Guayana 440.
 — a. Kärnthen 655.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Arsenolith v. Nord-Queensland 95.
 Asbest v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Atacamit, mikrochem. Untersuch. 657.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Augit, Opt., Anal. 308, 309.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 306, 408.
 — v. Dartmoor Forest, Devonshire, Anal. 519.
 — v. Dregghorn, Ayrshire, umgew. i. Serpentin 88.
 — a. d. Ilmenbergen, Vork., Krystallf., Anal. 178.
 — v. Mährisch-Altstadt, Anal., Krystallf., Opt. 307.
 — v. Minnesota, Anal. 70.
 — v. Nord-Celebes, Pseudom. n. Hornblende 644.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Ostböhmen, Habitus 640.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Schottland 94.
 —, rhomb., a. Südafrika, Krystallogr.-opt., Anal. 168.
 Augite, rhombische, Sammelname Ortho-augit 644.
 — Namensgebung 654.
 Aurichalcit a. d. Joplin-Distr. 79.
 Auringit v. Nord-Queensland 95.
 Axinit v. Dartmoor Forest, Devonshire 520.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 p-Azoxyanisol 279.
 Azin des p-Oxäthylbenzaldehyd 280.
 p-Azoxypnenetol 278.
 Azurit a. d. Joplin-Distr. 79.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Süd-Ural 653.

B.

- Badenit a. Rumänien, Vork., Anal. 199.
 Barylith a. d. Långbansgruben, Krystallf., krystallogr.-opt. Eigensch. 191.
 Barysilit v. Nord-Queensland 94.
 Baryum, methionsaures 142.
 Baryumsilicat, wasserhaltig, Mess., Anal. 156.
 Baryumsulfid, physikal. Eigensch. 320.
 Beleuchtungsvorrichtung z. Czapski'schen Theodolithgoniometer 23.
 Benzaldehyd, Condensationsprod. a. dems. u. Benzin 279.

Benzoësaures Ammonium 423, 437.
 Benzolderivate, isomorphe 85.
 Benzolsulfonbromide resp. -chloride, isomorphe u. polymorphe substituierte 86.
 Benzolsulfonsaures Ammonium 423, 436.
 Benzophenon, Lage d. Volumen- u. Energiewärme 544.
 Beraunit i. niederländisch. Diuvium 639.
 Bernstein a. Rumänien 204.
 Beryll a. Deutsch-Ostafrika 424.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Vork., Krystallogr.-opt. 97.
 — v. Ural, Vork., Anal. 176.
 Beudantit 466.
 Biotit, Absorption d. Lichtes 622.
 — v. Ceylon, Vork., Anal. 88.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schottland 94.
 — a. Schweden 414.
 Bittersalz a. Deutsch-Ostafrika, Anal. 424.
 Bitumen a. d. Joplin-Distr. 80.
 Blei, krystalline Structur 85.
 Bleiglanz a. d. Baltschiederthal, Wallis 424.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — a. Kärnthen 655.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Pardubitz 640.
 — v. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. d. südl. Ural 172.
 — v. Svenningdalen 195.
 — a. Tasmanien 448.
 Bleioxyd, enantiotr. 540.
 Blödit v. Hallstadt, Anal., Krystallf. 637.
 Boracit, Einfluss des Eisengehaltes auf die Modificationsänderung dess. 287.
 —, enantiotr. 510.
 Bornit s. Buntkupfererz.
 Bourronit v. Nord-Queensland 94.
 Brauneisenerz a. d. böhm. Mittelgeb. 408.
 — a. Deutsch-Ostafrika, Vork. 424.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — a. Minas Geraes, Pseudom. n. Stauroolith 640.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Pennsylvanien, Anal. 75.
 — v. Süd-Ural 653.
 — v. Ural, Genesis 474.
 — v. Villa Rica, Pseudom. n. Hydrargillit 644.
 Braunspath, Verhalten b. höher. Temperat. 659.
 — v. Ebendorf b. Magdeburg, Krystallf., Anal. 449.
 — a. Kärnthen 655.
 — v. Schwarzenberg, Erzgebirge 660.
 Brechung u. Reflexion a. d. Grenze v. Krystallen 462.
 Brunerit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 Brochantit, mikrochem. Untersuch. 657.
 p-Bromacetanilid 86.
 p-Bromäthylacetanilid 86.
 Bromammonium 270.

2,4-Bromchloracetanilid 86.
 p-Bromofornanilid 86.
 Bromkalium, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 Bromkohlenstoff, vierfach-, enantiotr. 544.
 p-Brommethylacetanilid 86.
 Bromnatrium, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 p-Brompropionanilid 86.
 Bronzit, Opt., Anal. 308, 309.
 — a. Bosnien, Anal. 649.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 Brookit, Absorption d. Lichtes 622.
 Brostenit a. Rumänien, Vork., Anal. 199.
 Buntkupfererz, mikrochem. Untersuch. 657.
 — v. Chiapas, Mexico, chem. Zusammens. 92.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Prägraten, Tirol, Krystallf. 343.
 — a. d. Süd-Afr. Republik 423.
 — a. Tasmanien 448.
 Butyranilid 85.
 Bytownit v. d. Monhegan-Insel, Anal. 72.

C.

Cadmium, krystalline Structur 85.
 Cadmiumsulfat-Eisenoxydsulfat, Lösungswärme 527.
 Cadmiumsulfat-Ferrosulfat, Löslichkeit d. Mischkrystalle 296.
 Caesium, fluorjodsaures 447.
 —, phtalsaures 424, 435.
 —, o-sulfobenzoësaures 420, 433.
 Caesiummagnesium- u. Ammoniummagnesiumsulfat, Untersuchung. i. Gebiet. d. opt. Eigenschaften isomorph. Krystalle 7.
 Calcistrontianit a. d. Münsterlande, Anal., Krystallf., Opt. 523.
 Calciumsulfat, Bildung 299.
 —, Halbhydrat, Bildungsverh. 298, 303.
 Calciumsulfid, physik. Eigensch. 320.
 Caledonit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Las Cruces, Neu-Mexico, Vork., Mess. 77.
 Carnotit v. Colorado, Anal. 67.
 Cerussit s. Weissbleierz.
 Chabasit v. Golden, Colorado, Vork., Habitus 75.
 — v. Storr, Ins. Skye 87.
 Chalcedon 93.
 — a. Bosnien 649.
 Chalkanthit s. Kupfervitriol.
 Chalkodit a. d. Radauthale, Anal. 656.
 Chalkosin s. Kupferglanz.
 Chinondihydroparadibromsäureester, enantiotr. 544.
 p-Chloracetanilid 86.
 Chlorammonium 268.
 —, Einwirkung auf Alancim, Leucit und andere Silicate 62, 64, 65.
 2,4-Chlorbromacetanilid 86.

Chloride u. Sulfate d. Magnesiums u. Kaliums, Dampfspannung. b. gleichzeitig. Sättigung an Clornatrium 299.

Chlorit 659.

— v. Ash, Kent 89.

— v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.

— v. Schwarzenberg, Erzgebirge 660.

Chloritoid v. Pinerolo, cottische Alpen, opt. Eigensch. 347.

Chlorkohlenstoff, dreifach-, enantiotr. 514.

Chloropal v. Jamnitz, Mähren, Vork., Anal. 644.

Chloroplatinate der aliphatischen Amine 324.

Cholsäure 494.

Chromeisenerz a. Bosnien, Anal. 649.

— a. Bulgarien, Anal. 202.

— v. Kraubat, Obersteiermark, Vork., Anal., Genesis 447.

— v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.

Chromglimmer a. d. südl. Ural 473.

Chromsäure 427.

Chromsaures Kalium, enantiotr. 510.

Chrysoberyll, Nachweis i. Granaten 264.

— v. Ceylon, Krystallf. 606.

Chrysokoll s. Kieselkupfer.

Chrysotil v. Ferdinandovo, Bulgarien, Anal. 203.

— v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.

Cinchonin 633.

Cinchotoxin 633.

Cineolsäure 633.

Cinnabarit s. Zinnober.

Citronensaures Natrium 184.

Cliftonit i. Meteoreisen 647.

Cölestin, mikrochem. Untersuch. 658.

— a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf., Anal. 423.

Cohäsion, Capillarität u. Wachsthum der Krystalle, Beziehungen 558.

Cohenit i. Meteoreisen 646.

Coincidenz gebrochener Lichtstrahlen in krystallisirt. Medien 164.

Columbit v. Nord-Queensland 95.

— v. Sonikedal b. Kragerö, Krystallf. 425.

Cookeit v. Minot, Maine, Vork. 439.

Copiapit a. d. Joplin-Distr. 80.

Cordierit a. d. Längfallsgrube, Grangärde, Vork., Anal. 494.

— v. Mitteldeutschland 654.

— v. Nord-Celebes, Anal. 655.

— a. Schottland 94.

Covellin s. Kupferindig.

Cuprit s. Rothkupfererz.

Cyanit, Constitution 634.

— v. Ash, Kent 89.

— a. d. böhm. Mittelgebirge 408.

— v. Essex 89.

— a. Schottland 94.

D.

Datolith v. Dartmoor Forest, Devonshire, Anal. 549.

Daubrélith i. Meteoreisen 645.

Desmin a. d. Radauthale, Krystallf. 656.

Desoxalsäure 628.

Diäthylaminplatinbromid 334.

Diäthylaminplatinchlorid 333.

Diäthylaminzinnchlorid 335.

Diäthylpropylaminplatinchlorid 353.

Diallag v. Nord-Queensland 95.

— v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen, Anal. 649.

Diamant, Structur 82.

— a. d. Capland, Beschreibung desselben 343.

— v. Dlaschkowitz, Böhmen 408.

— a. Grigualand West 89.

Diamylaminplatinchlorid, inactives 345.

2,4-Dibromacetanilid 86.

Dibrom-p-Oxymesitylalkohol-Methyläther 629.

2,4-Dichloracetanilid 86.

2,3-Dichlor- α -naphtochinon, Malonester-derivate 632.

Didymnitrat u. Wismuthnitrat, Isomorphie 492.

Didymsulfat u. Wismuthsulfat, Isomorphie 493.

Diisopropylaminplatinchlorid 340.

Dimethyläthylaminplatinchlorid 347.

Dimethyläthylaminzinnchlorid 348.

Dimethylaminдимethylpropylaminplatinchlorid 349.

Dimethylaminiridiumchlorid 333.

Dimethylaminplatinbromid u. -chlorid 330, 332.

Dimethylaminzinnchlorid 332.

p-p-Dimethylbenzoïn 629.

Diopsid, Chrom-, Opt. 308.

— a. Bosnien, Anal. 649.

— v. d. Monhegan-Insel, Maine, Anal. 72.

— v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 650.

Dioptas, mikrochem. Untersuch. 657.

— v. Nord-Queensland 94.

Dipropylaminplatinbromid u. -chlorid 337, 338.

Dispersion, anomale, i. ultrarothern Spectralgebiete 277.

Disthen s. Cyanit.

Dolerophanit, Hüttenproduct, Anal. Krystallf. 456.

Dolomit, Bildung 304.

—, Verhalten b. höher. Temperat. 659.

— a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 423.

— v. Ebendorf b. Magdeburg, Vork. 449.

— a. d. Joplin-Distr. 80.

— v. Lakeport, California, Anal. 78.

— v. Nord-Queensland 95.

— v. Rhätikon, Anal. 425.

— a. Schottland 94.

— a. Tasmanien 448.

Doppelbrechung, maximale, Bestimmung v. Mineralien i. Dünnschliffen durch dieselbe 70.

Dreipulvergemisch z. Darstellung elektr. Staubfiguren 284.
 Dufrenit v. Mähren, Vork., Anal. 642.
 Dumortierit, Nachweis i. Granit 262.

E.

Edelsteine v. Seufzergründel bei Hinterhermsdorf 409.
 Ehlit, mikrochem. Untersuch. 657.
 Eisen, enantiotr. 544.
 —, kristalline Structur 84.
 — u. Stahl v. Standpunkte d. Phasenlehre 647.
 Eisenblüthe v. Ural s. Aragonit.
 Eisenerze v. Ural, Genesis 474.
 Eisenglanz, Paramagnetismus 405.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Celebes 644.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Stubaithal, Vork. 440.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 Eisenkies, Bezieh. zw. Cohäsion, Capillarität u. Wachstum 574.
 —, Umwandl. durch unterirdisches Wasser 470.
 —, Zwillingsbildung 507.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis 424.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge, pseudom. 408.
 — a. Brit.-Guayana 440.
 — v. Csetras, Krystallf. 386.
 — v. Ebendorf b. Magdeburg, Krystallf. 449.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Celebes 644.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Pardubitz, Habitus 640.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 — a. Tasmanien 448.
 — v. Tintagel, Cornwall, Krystallf. 469.
 Eisenoxydulsulfat-Cadmiumsulfat, Lösungs-u. Bildungswärme 527.
 Eisenspath, mikrochem. Untersuch. 658.
 —, Verhalten b. höher. Temper. 659.
 — a. Deutsch-Ostafrika 424.
 — i. niederländisch. Diluvium 638.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Tasmanien 448.
 Eisenvitriol, enantiotr. 544.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 Elektrische Staubfiguren, Dreipulvergemisch zur Darstell. ders. 284.
 Enantiotrope Körper 510.
 Energie- u. Volumenfläche eines Krystalles u. seiner Schmelze, Lage ders. 544.
 Epidot v. Alaska, Vork., Krystallf. 433.

Epidot v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — v. Philippopel, Krystallf., Anal. 203.
 — v. Phippsburg, Maine, Vork., Anal. 79.
 — a. d. Sulzbachthal, Krystallf. 427.
 Epsomit v. Albany County, Wyoming, Habitus 78.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Erden, seltene, enthalten i. Miner., histor. Beschreib. 87.
 Erstarrung d. Mineralien, Reihenfolge ders. i. Eruptivgesteinen 89.
 Erstarrungs-u. Umwandlungserscheinungen i. opt. Antipoden 649.

F.

Färoelith v. Storr, Ins. Skye 87.
 Fahlerz a. d. Baltschiederthal, Wallis 424.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Svenningdalen 195.
 — a. Tasmanien 448.
 Fahlerze, mikrochem. Untersuch. 657.
 Farbenringe, erzeugt durch Kathodenstrahlen an Krystallplatten 544.
 Fassait v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 654.
 Feldspäthe, Absorption d. Lichtes 623.
 —, Zwillinge 234.
 — a. Schottland 94.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Opt. 99.
 Feldspath v. Minot, Maine 439.
 — v. Siliqua, Sardin., Bezieh. zw. Cohäsion, Capillarität u. Wachstum 570.
 — v. Wollin, Böhmen, Vork., Anal. 448.
 Ferrocarbonat u. -phosphat i. niederländisch. Diluvium 638.
 Ferromagnetische Krystalle, Influenz 204.
 Ferro-Manganophosphat v. Cyrrillhof, Mähr., Anal. 643.
 Ferrosulfat-Cadmiumsulfat, Löslichkeit d. Mischkrystalle 296.
 Feste Körper, Absorption des Lichtes 620.
 Florencit a. Brasilien, neues wasserhaltig. Phosphat 465, 466.
 Flüssige Krystalle, Ergebnisse d. bisherig. Untersuchungen 284.
 —, Structur, System u. magnetisches Verhalten ders. und ihre Mischbarkeit mit festen 278.
 Fluorit, Absorption d. Lichtes 624.
 —, anomale Dispers. i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 —, Färbung durch Kathodenstrahlen 285.
 —, durch Kathodenstrahlen erzeugte Farbenringe an dems. 344.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 423.
 — v. Kozákov-Berge, Habitus, Vork. 203.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.

Fluorjodsaures Ammonium u. Kalium 427, 445.
 — Cäsium 447.
 — Rubidium 427, 446.
 Fluorphosphorsaures Kalium 447.
 — Rubidium 448.
 Fluorschwefelsaures Kalium 448.
 Formanilid 85.
 —, morphotrope Beziehungen zwisch. ihm u. dess. Substitutionsproducten 85.
 Forsterit i. Meteoreisen 648.
 — a. Schottland 94.
 Fuchsit v. Guatemala, Material zu prähistorischen Artefacten 432.

G.

Gaylussit v. Sweetwater Valley, Wyoming, Mess. 77.
 Gadolinit a. d. Kaukasus, Vork., Anal. 479.
 Gadolinium, Salze dess., Krystallf. 626.
 Glaserz s. Silberglanz.
 Glauberit v. Dürnberg b. Hallein, Krystallf. 638.
 — v. Hallstadt, Krystallf. 638.
 Glaukonit v. Ash, Kent 89.
 Gleitungen der Krystalle 284.
 Glimmer, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. Schweden 444.
 — v. Ural, Anal. 477.
 Göthit v. Nord-Queensland 95.
 Gold, neue Association 92.
 —, krystallin. Structur einiger Klumpen 95.
 — a. Pflanzen 92.
 — v. Bokhara, Vork. 92.
 — a. Brit.-Guayana, Vork. 440.
 — v. Cape Nome-Gebiete 409.
 — v. Ceylon, Vork. 88.
 — a. Deutsch-Ostafrika 424.
 — v. Donnybrook, Australien, Vork. 409.
 — v. Isthmus v. Panama, Alter u. Genesis 442.
 — a. Kärnthen 655.
 — a. Nord-Californien, Ursprung u. Alter 442.
 — v. Nord-Celebes 644.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. d. Goldseifen v. Seisk 474.
 — a. d. Sierra Nevada, Vork. 444.
 — a. d. südafrikan. Republik, Vork. 423.
 — v. Süd-Ural 654.
 — a. Tasmanien 448.
 — a. Victoria 95.
 — v. Witwatersrand, Entsteh. u. Bild. 95.
 Gold-Aluminiumlegirungen 85.
 Goniometer, Krystallpolymeter 623.
 Goslarit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Granat a. d. böhm. Mittelgebirge, Vork. 408.
 Granat v. Dartmoor Forest, Devonshire, Anal. 549.
 — v. Debarštica, Bulgarien, Habitus, Anal. 202.
 — a. Deutsch-Ostafrika, Anal. 424.
 — v. Essex 89.
 — v. Miass, Ilmenberge, Vork., Habitus, Anal. 478.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen, Anal. 649.
 — a. d. Radauthale, Habitus 656.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. Schweden 444.
 Graphit, Lagerstätten 346.
 — i. Meteoreisen 645.
 —, Structur 83.
 — v. Ceylon, Vork. 88.
 — a. Deutsch-Ostafrika 424.
 — a. d. Ilmengebirge, Vork., Erklärung d. Bildung 480.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. d. Radauthale 656.
 — a. Schottland 94.
 Graphitoid a. d. Gafienthal 424.
 Greenockit a. d. Joplin-Distr. 80.
 Griqualandit v. d. Doornbergen 474.
 Grossular v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 654.
 Grünerde a. d. böhm. Mittelgeb. 306.
 Gyps, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 —, Bildungsverh. 298, 303.
 —, mikrochem. Untersuch. 657.
 —, pseudom. in Edelpal 342.
 — a. Deutsch-Ostafrika, Vork. 424.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Lebo, Kansas, Krystallf., Mess. 66.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schottland 94.
 — v. Trotha b. Halle, Krystallf., Aetzungserscheinungen 420.
 Gyrolith v. Storr, Insel Skye 87.

H.

Haarsalz, mikrochem. Untersuch. 658.
 Hämatit s. Eisenglanz.
 Härte einfacher Körper 293.
 Halloysit v. Edwards County, Texas, Anal. 73.
 Hamlinit 466.
 Hedenbergit, Mangan-, v. Ceylon, Anal. 88.
 — v. Dartmoor Forest, Devonshire, Anal. 549.
 Helvin v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Hemimorphit s. Kieselzinkerz.
 Hessonit v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen, Habitus 652.
 Heulandit a. d. mährisch. Gesenke, Habitus 342.
 — v. Storr, Insel Skye 87.

Histidindichlorid 630.
 Holzkohle, Structur 83.
 Hornblende 308.
 — v. Ash, Kent 89.
 — v. Beverley, Mass., Anal., krystallogr.-opt. Eigensch. 315.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge, Vork. 306, 408.
 — a. d. Gafienthal 424.
 — v. Nord-Celebes, umgewandelt 644.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 — a. Schweden 414.
 — v. Süd-Ural 654.
 Hornsilber v. Nord-Queensland 94.
 Hornstein v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Hussakit, Methode z. Nachweis dess. 238.
 Hyalit v. Nord-Celebes 644.
 Hydrocerussit v. Långbanshyttan, Vork., Habitus 198.
 Hydrophan, Untersuch. üb. d. Mikrostructur 536.
 Hydroxylaminverbindungen 633.
 Hydrozinkit a. d. Joplin-Distr. 80.
 Hypersthen v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schweden 444.

I.

Iddingsit a. d. böhm. Mittelgeb., Pseudom. n. Olivin 306.
 Idokras s. Vesuvian.
 Iivaarit v. Iivaara, Anal. 196.
 Ilmenit s. Titaneisenerz.
 Imidosulfonsaures Ammonium u. Kalium 426, 443.
 Inesit v. Durango, Mess., Anal. 76.
 — v. Långbanshyttan, Vork., Krystallf. 197.
 Influenz ferromagnetischer Krystalle, insbes. über d. Weiss'schen Beobachtungen am Magnetit 204.
 Interferenzkreuz d. zweiaxigen Krystalle, Construction dess. 290.
 Isatosäureanhydrid 634.
 Isoamarin, r- u. l- 92.
 Isomorphe Krystalle, Untersuch. i. Gebiete d. optisch. Eigensch. ders. 4.
 Isomorphe Mischkrystalle, Lage der opt. Axen 18.
 Isomorphe Mischungen, Bedeutung d. Volumenverhältnisse i. d. opt. Eigenschaften ders. 4.
 Isomorphie zw. Salzen v. Wismuth u. von einig. d. seltenen Erdmetalle 192.
 Isopropylaminplatinchlorid 329.

J.

Jacobsit v. Debarštica, Bulgarien, Anal. 202.
 Jamesonit a. Tasmanien 419.
 Jarosit, Natro- u. Plumbo-, a. Nevada u. New Mexico, Krystallf., chem. Zus. 545.

Jaspis a. Bosnien, Umwandlungsprod. 649.
 — v. d. Dornbergen 171.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 p-Jodacetanilid 86.
 Jodammonium 272.
 Jodsilber, enantiotr. 510.
 Jordanit, Krystallf. 635.

K.

Kainit, Bildung 299.
 Kalifeldspath v. Avon-River, Devonshire 518.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Kalisalpeter, enantiotr. 510.
 Kalium, fluorjodsaures 427, 445.
 —, fluorphosphorsaures 447.
 —, fluorschwefelsaures 448.
 —, imidosulfonsaures 426, 443.
 —, methionsaures 426, 441.
 —, o-sulfobenzoesaures 420, 432.
 — u. Magnesium, Maximaltension d. Lös. v. d. Chloriden u. Sulfaten ders. etc. 299.
 Kaliumaluminium-Alaunkrystalle, Beobacht. üb. d. Wachsthum 40.
 Kaliumbichromat, Absorption d. Lichtes 622.
 —, enantiotr. 510.
 Kaliumchromat 427.
 —, enantiotr. 510.
 Kaliumfluordithionat 449.
 Kaliumfluortellurat 449.
 Kaliumfluormanganit 449.
 Kaliumnitrat, Bild. u. Umwandl. d. Mischkryst. ders. m. Natriumnitrat 292.
 Kaliumperchlorat-Kaliumpermanganat, Lösungs- u. Bildungswärme 526.
 Kaliumplatosemiäthylenchlorid 624.
 Kaliumplatosemiaminchlorid 626.
 Kaliumsulfat, enantiotr. 510.
 — -Ammoniumsulfat, Bildungswärme 526.
 Kalknatron-Plagioklase, Beurtheil. d. chem. Zusammens. 182.
 Kalksinter v. Nord-Celebes 643.
 Kalkspath, Absorption d. Lichtes 623.
 —, anomale Dispers. i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 —, Bezieh. zw. Cohäsion, Capillarität u. Wachsthum 575.
 —, physikal.-chem. Beziehungen zw. ihm u. Aragonit 294.
 — (isl. Doppelsp.), Verhalten b. höh. Temp. 659.
 — aus Aragonit 510.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 423.
 — a. d. böhm. Mittelgeb. 306, 408.
 — v. Celebi-jaurn-beli, Krim, Vork., Krystallf., Anal. 598.
 — v. Ebendorf b. Magdeburg, Krystallf. 449.
 — v. Golden, Colorado 75.
 — v. Gräenberg, Dalecarlien, Vork., Habitus, Anal. 190.
 — v. Joplin, Missouri, Krystallf. 78, 80.

- Kalspath v. Långbanshyttan 196.
 — a. Kansas, Krystallf., Mess. 67.
 — v. Miass, Ilmenberge, Vork. 478.
 — v. Nordmarken, Habitus 498.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Pardubitz, Habitus 640.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — v. Prägraten, Habitus 313.
 — a. d. Prager Umgebung, Krystallf. 314.
 — v. Rézbánya, Vork., Krystallf. 256.
 — v. Rhodope-Vorgeb., Bulgarien, Anal. 204.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. Schweden 444.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 — v. Süd-Dakotah, Krystallf. 78.
 — v. Tharandt, Vork., Krystallf. 449.
 — v. Tintagel, Cornwall, Krystallf. 470.
 — v. Trentschin-Teplitz, Perimorphose (?) 523.
 Kamazit i. verschiedenen. Meteoreisen 644.
 Kaolin, Verhalten b. höher. Temp. 659.
 — 634.
 — v. Dydland, Norwegen 194.
 — a. Schottland 94.
 Kaolinit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Karpolith v. Schlaggenwald, Pseudom. 644.
 Kassiterit s. Zinnerz.
 Kathodenstrahlen, Farbenringe erzeugt durch dieselben an Krystallplatten 544.
 Kelyphit, Anal., krystallogr.-opt. Unters. 307.
 Kieselkupfer a. d. böhm. Mittelgeb. 306.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Kieselsäure, Elasticität u. Härte d. krystallis., amorph. u. wasserhaltig. 282.
 —, enantiotr. 510.
 Kieselsäuregallerte, Untersuchung über d. Mikrostruktur v. künstl. u. natürl. 536.
 Kieselstein v. Nord-Celebes 643.
 Kieselzinkerz a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Sardinien, Krystallf. 242.
 Klinechlor, Absorption d. Lichtes 622.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen, Anal. 654.
 Klinozoisit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 Kobalt-Kaliumsulfat 94.
 Korund, künstlich, Habitus 311.
 — (Rubin), künstl. 426.
 — a. d. böhm. Mittelgeb. 408.
 — v. Ceylon, Krystallf. 88.
 — v. Dartmoor Forest 518.
 — v. Essex 89.
 — (Rubin) a. Hinterindien 427.
 — v. Miass, Ilmenberge, Vork., Krystallf. 178.
 — a. Nord-Carolina, Vork. 70.
 Krokoit s. Rothbleierz.
 Krokyolith v. d. Doornbergen 171.
 Kryolith, enantiotr. 510.
 —, mikrochem. Untersuch. 658.
 Krystall u. Molekül, Beitrag z. Kenntniss d. Beziehungen zwischen ihnen 117.
 Krystalle, Bezieh. zw. Cohäsion, Capillari-tät u. Wachstum 558.
 —, flüssige, Ergebn. d. bisher. Unters. 284.
 —, flüssige, Structur, System u. magnet. Verhalten ders. u. ihre Mischbarkeit mit festen 278.
 —, Gleitungen 284.
 —, innere Structur 82.
 Krystallelasticität, gegenwärtiger Stand d. Kenntnisse 206.
 Krystalline Structur der Metalle 83, 84.
 Krystallisation b. elektr. Transporte gewisser Metalle i. destillirt. Wasser 617.
 — ohne Krustenbildung a. d. Oberfl. 544.
 Krystallisationsfolge im Magma 431.
 Krystallklassen, über Viola's Methode der Ableitung ders. a. d. Princip d. Homogenität 151.
 Krystallographie, einfachere Methoden, I. Th. Stereogramme 94.
 Krystallophotogrammetrie 528.
 Krystalphysik, Parameter ders. u. über gerichtete Grössen höh. Ordnung 208.
 Krystallopolymer, Instrum. f. krystallogr.-opt. Unters. 623.
 Krystalregeneration 538.
 Krystalstruktur, reticuläre Dichtigkeit u. erfahrungsgemässe Bestimmung ders. 209.
 —, Wechselwirkung u. Gleichgewicht trigonaler Polsysteme 283.
 Krystalssystem, Erklärung 281.
 Kupfer, krystall. Structur einig. Klumpen 96.
 —, mikrochem. Untersuch. 657.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 Kupferglanz, mikrochem. Untersuch. 657.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 Kupferglimmer, mikrochem. Untersuch. 657.
 Kupferindig a. d. Joplin-Distr. 80.
 Kupferkies, mikrochem. Untersuch. 658.
 —, Umwandlungsversuche 171.
 — v. Ebendorf b. Magdeburg 419.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Celebes 644.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 — a. d. südl. Ural 172.
 — a. Tasmanien 418.
 Kupferlasur a. d. Baltschiederthal, Wallis 424.
 Kupferoxyd, mikrochem. Untersuch. 657.
 Kupferschaum, mikrochem. Untersuch. 657.
 Kupfersulfat-Mangan- resp. Zinksulfat, Löslichkeit d. Mischkrystalle 296.
 Kupfervitriol, enantiotr. 511.
 — a. d. Joplin-Distr. 84.

L.

- Labradorit, Mess. 72.
 — v. Avon-River, Devonshire 518.
 — a. Minnesota, Mess., Anal. 74.
 — a. Wolhynien, krystallogr.-opt. Eigenschaft., Anal. 183.
 Langbeinit, künstl. 94.
 —, 507.
 Lanthannitrat u. Wismuthnitrat, Isomorphie 493.
 Lanthansulfat u. Wismuthsulfat, Isomorphie 493.
 Lasur, mikrochem. Untersuch. 657.
 Laumontit v. Golden, Colorado 75.
 — a. d. Radauthale, Krystallf. 656.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 Leadhillit, enantiotr. 510.
 — a. d. Joplin-District 80.
 Legirungen, Gold-Aluminium-, 85.
 Lenzinit v. Ventura County, Calif., Anal. 73.
 Leonit v. Leopoldshall, Anal., Krystallf. 461.
 Lepidolith v. Minot, Maine, Vork. 439.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Leucit, Einwirkung v. Chlorammonium 62.
 —, enantiotr. 510.
 Levyn v. Storr, Insel Skye 87.
 Libethenit, mikrochem. Untersuch. 657.
 Lichtfiguren geätzter Krystallflächen, Benutzung z: krystallograph. Bestimmung der Aetzfiguren 288.
 Lichtstrahlen, gebrochene, Coincidenz derselb. i. krystallisirt. Medien 464.
 Lichttheorie 462.
 Limonit s. Brauneisenerz.
 Linarit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Lirokonit, mikrochem. Untersuch. 657.
 Löslichkeit v. hydratisirten Mischkrystallen 296.
 Lotrit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen, neues Mineral 649.
 Lunnit, mikrochem. Untersuch. 657.

M.

- Magnesit, Verh. b. höher. Temperat. 659.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Rumänien 204.
 Magnesitablagerungen d. südl. Indiens, Entstehung 90.
 Magnesium-Kalium-Sulfat 94.
 Magnesium-Rubidium-Sulfat 94.
 Magnesium u. Kalium, Maximaltension d. Lösung, v. d. Chloriden u. Sulfaten etc. 299.
 Magneteisenerz, Influenz ferromagnetisch. Krystalle, insbes. über d. Weiss'schen Beobachtungen an dems. 204.
 —, Paramagnetismus 103.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.

- Magneteisenerz a. Deutsch-Ostafrika, Anal. 424.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Rumänien 204.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. d. Stubaithal 410.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 — v. Süd-Ural 653.
 Magnetismus, Para-, einiger hexagonaler u. regulärer Krystalle 402.
 Magnetkies, mikrochem. Untersuch. 658.
 —, Paramagnetismus 103.
 — a. Kärnthen 655.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Malachit, mikrochem. Untersuch. 657.
 — a. d. Baltschiederthale, Wallis 424.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 — v. Süd-Ural 472, 653.
 Malakolith v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 654.
 Manganhedenbergit v. Ceylon, Anal. 88.
 Mangan-Kalium-Sulfat 94.
 Manganocalcit v. Breithaupt = Agnolith 520.
 Manganspath v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Mangansulfat-Kupfersulfat, Löslichkeit d. Mischkryst. 296.
 Markasit, Umwandlungsversuche 474.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Marmor, experiment. Unters. über die Deformation dess. 82.
 Martit a. Deutsch-Ostafrika 422.
 Meerschäum a. Bosnien, Anal. 649.
 Melaconit v. Nord-Queensland 94.
 Melantherit s. Eisenvitriol.
 Mennige v. Nord-Queensland 94.
 Mesolith v. Golden, Colorado, Vork., Habitus, Anal. 74.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 — v. Takdempt, Algerien, Mess. 72.
 — s. a. Pseudomesolith.
 Metacinnabarit, enantiotr. 510.
 Metalle, krystalline Structur 83, 84.
 Metaxit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 Meteoriten v. verschiedenen Fundorten 644.
 — v. Bethany 95.
 — v. Griqualand East 95.
 Metallkrystallisation durch d. elektr. Ueberführung gewisser Metalle i. destillirtem Wasser 284.
 Methionsaures Ammonium 424, 439.
 — Baryum 442.
 — Kalium 426, 444.
 Methylacetanilid 86.
 Methyläthylpropylaminplatinchlorid 350.

Methylaminiridiumchlorid 325.
 Methylaminplatinchlorid 324.
 Methylaminzinchlorid 325.
 Methylcinchonin 633.
 Methyläthylaminplatinchlorid 348.
 Methyläthylaminplatinchlorid 354.
 Methyläthylaminplatinchlorid 354.
 Methyläthylaminplatinchlorid 336.
 Methylpropylaminplatinchlorid 335.
 Mikrochemische Untersuchung 657.
 Mimetesit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Minimum d. Ablenkung durch Prism. opt. zweiaxiger Krystalle 285.
 Mirabilit a. Rumänien, Anal. 204.
 Mischkrystalle, hydratisirte, Löslichkeit 296.
 —, opt. Verhalten ders. parallel den opt. Axen der die Mischung bildenden Krystalle 24.
 —, thermochemische u. thermodynamische Methoden angewandt auf d. Vorgang der Bildung ders. 523.
 — von $HgBr_2$ u. HgJ_2 , Bildung und Umwandlung ders. 290.
 — v. $NaNO_3$ mit KNO_3 resp. mit $AgNO_3$, Bildung u. Umwandlung 292.
 Molekül u. Krystall, Beitrag z. Kenntniss d. Beziehungen zwischen ihnen 117.
 Moldavit a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 Molybdänglanz v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Molybdophyllit v. Långbanshyttan, neues Mineral 197.
 Monazit, Bestimmung 69.
 —, Nachweis i. Graniten 265.
 — v. Tintagel i. Cornwall, Krystallf. 169.
 p-Monobromantipyrin 632.
 Monotrop-dimorphe Körper, Methode zur Ermittlung des Umwandlungspunktes 293.
 Muscovit a. Deutsch-Ostafrika, Vork. 422.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — a. Minas Geraes, Pseudom. n. Cyanit 640.
 — v. Minot, Maine, Vork. 439.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schottland 94.
 Mussit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 654.

N.

Natrium, citronensaures 181.
 Natriumnitrat, Bild. u. Umwandl. d. Mischkrystalle dess. m. Kaliumnitrat und m. Silbernitrat 292.
 Natriumsulfat, enantiotr. 540.
 Natrojarosit aus Nevada u. New Mexico, Krystallf., chem. Zusammens. 545.
 Natrolith, Einwirkung von Chlorammonium 65.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge, Krystallf., Vork. 306.

Natrolith v. Coverack 93.
 — v. Pardubitz 640.
 Nephelin, Constitutionsformel 428.
 Nickeleisen i. verschied. Meteoreisen 644.
 Nickel-Kalium-Sulfat 94.
 Nickelsulfat-Hydroxylaminverbindung 634.
 Nontronit v. Jamnitz, Mähren, Vork., Anal. 641.

O.

Objecttisch, neuer beweglicher 620.
 Oelsaures Ammoniak 280.
 Oktaëdrit i. Meteoreisen 648.
 Oligoklas v. Dartmoor Forest, Devonshire, Habitus 548.
 Olivenit, mikrochem. Untersuch. 657.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Olivin, Absorption d. Lichtes 622.
 — i. Meteoreisen 648.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Ostböhmen 640.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Schottland 94.
 — a. Schweden 444.
 — (Titan-) a. d. Veltlin, Vork., 451.
 Onyx v. Storr, Insel Skye 87.
 Opal, Edel-, Pseudom. n. Gyps 342.
 —, Untersuch. über d. Mikrostruktur 536.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — a. Bosnien 649.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Celebes 643.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Optische Axen i. isom. Mischkrystallen, Lage ders. 48.
 — Constanten eines Krystalles, Bestimm. ders. aus einem einzigen beliebigen Schnitte 245.
 — Eigenschaften isomorpher Krystalle, Untersuchungen 4.
 Orientirte Krystallplättchen, Vorrichtung zur Herstellung ders. 22.
 Orthit a. d. Radauthale, Krystallf. 656.
 Orthoaugit, Sammelnamef. d. rhomb. Augite 644.
 p-Oxäthylbenzaldehyd, Azin dess. 280.
 Oxyhämoglobin aus Taubenblut 630.

P.

Papaverinol 634.
 Paramagnetismus hexagonaler u. regulärer Krystalle 102.
 Parameter d. Krystallphysik u. über gerichtete Größen höherer Ordnung 208.
 Pargasit v. Süd-Ural, Anal. 654.
 Parisit v. Narsarsuk, Grönland ist Synchysit 496.
 Pektolith, Einwirkung v. Chlorammonium 66.
 Pennin v. Nord-Queensland 95.
 p-Phenylendiamin, enantiotr. 514.

Phlogopit, Natron- aus Steiermark, physik. Eigensch., Anal. 347.
 Phosphat v. Gross-Meseritsch, chem. Zusammens. 644.
 Phosphor, Absorption d. Lichtes 623.
 Phosphornickelisen i. Meteoriten 644.
 Phtalsaures Cäsium 421, 435.
 — Rubidium 421, 434, 435.
 Picotit v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 Pikrosmin v. Paringu-Massiv, Süd-Karpath. 650.
 Pilolith 660.
 Pinit a. Schottland 94.
 Pistazit v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Plagioklas a. Schweden 444.
 Plagioklase, Methode zur Orientirung ders. 403.
 —, Untersuch. d. opt. Eigensch. i. Anschluss an diejen. isomorpher Krystalle 25.
 —, Kalknatron-, Beurtheil. d. chem. Zusammens. 182.
 Platin v. Nord-Queensland 94.
 — v. Süd-Ural 654.
 Platodihydroxylaminsulfat 633.
 Plessit i. verschiedenen Meteoriten 644.
 Plumbogummit 466.
 Plumbojarosit aus New Mexico, Krystallf., chem. Zusammens. 548.
 Plusinglanz v. Breithaupt = Argyrodit 312.
 Plynthit v. Storr, Insel Skye 87.
 Polarisationsocular, verbessertes 90.
 Polarisationswirkung v. Linsenrändern 289.
 Polysysteme, trigonale, Wechselwirkung u. Gleichgewicht 283.
 Polybasit v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Polyhalit, künstl. Darstell. 637.
 Polymeter 623.
 Prasem v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Praeseodymchlorid, -chloroplatinat, -goldchlorid, -oxalat, -platoeyanür, -propionat, -selenat, -sulfat 494.
 Prehnit, Einwirkung v. Chlorammonium 66.
 — a. d. Radauthale, Krystallf. 656.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Vork. 400.
 Propionanilid 85.
 Projectionen 388.
 Propylacetanilid 86.
 Propylaminplatinchlorid 327.
 Propylaminzinchlorid 328.
 Propyldibutylaminplatinchlorid 359.
 Propylisobutylaminplatinchlorid 345.
 Propylisopropylaminplatinchlorid 340.
 Pseudomesolith, physik. Eigensch., Anal. 72.
 Psilomelan a. Deutsch-Ostafrika 422.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Pyroaurit v. Långbanshyttan, Vork., Habit. 496.
 Pyrochroit v. Långbanshyttan, Vork., Habit. 496.
 Pyrolusit a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Pyromorphit a. d. Joplin-Distr. 80.

Pyromorphit v. Nord-Queensland 94.
 — v. Tarkaicza, Comitat Bihar, Vork., Habitus 255.
 Pyrophyllit v. Nord-Carolina, Vork., Anal. 84.
 — v. Ouro Preto, Pseudom. n. Cyanit 640.

Q.

Quarz, Absorption d. Lichtes 622.
 —, anomale Dispers. i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 —, Elasticität u. Härte 282.
 —, Zwillingbild. 481.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis, Vork. 424.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — a. d. Bündner Oberland, durch Gebirgsdruck gebogen 348.
 — v. Dartmoor Forest, Devonshire 520.
 — v. Donnybrook, Austr., Vork., Anal. 409.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Kozákov-Berge 203.
 — v. Minot, Maine, Vork. 438.
 — v. Nord-Celebes 644.
 — v. Pardubitz 640.
 — a. Kärnten 655.
 — a. d. Radauthale, Krystallf. 656.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Steiermark, Pseudom. 644.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 — v. Trarbach a. d. Mosel, Zwilling, Krystallf. 349.
 — v. Wien, Mähren 642.
 Quecksilber v. Nord-Queensland 94.
 Quecksilberbromid u. -jodid, Bildung u. Umwandlung d. Mischkrystalle ders. 290.
 Quecksilberjodid, enantiotr. 540.
 Quecksilber-Kupferjodid u. -Silberjodid, enantiotr. 540.

R.

Rationalitätsgesetz u. vicinale Flächen 444.
 Realgar v. Nord-Queensland 95.
 Reflexion u. Brechung a. d. Grenze v. Krystallen nach einem Theorem von R. Hamiltou 462.
 —, innere, i. ein. Krystalle m. Drehungsvermögen 544.
 Regeneration v. Krystallen 538.
 Reguläre Krystalle m. oktaëdr. Spaltbarkeit 82.
 Rhodonit v. Steiermark, Pseudom. 644.
 Röthel v. Rio verde, Pseudom. n. Aktinolith 640.
 Roscoelith v. Colorado, Vork. 67.
 Rothbleierz, Verhalt. b. Temperaturerhöh. 427.
 — v. Dundas, Tasmanien, Vork., Krystallf. 555.
 — a. Tasmanien 449.
 Rotheisenstein v. Ouro Preto, Pseudom. n. Eisenkies 644.
 — v. Süd-Ural 653.

Roth Eisenstein a. Tasmanien 418.
 — v. Togo, Anal., Vork. 420.
 Rothgültigerz v. Nord-Queensland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Svenningdalen 195.
 Rothkupfererz, mikrochem. Unters. 637.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Rothnickelkies, Umwandlungsversuche 171.
 Rubidium, fluorjodsaures 127, 146.
 —, fluorphosphorsaures 148.
 —, phtalsaures 124, 134, 135.
 Rubidiumfluormanganit 150.
 Rutil, Absorption d. Lichtes 621.
 — v. Ash, Kent 89.
 — v. Essex 89.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.

S.

Salit v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 651.
 — a. Schottland 94.
 Salmiak 268.
 Salzablagerungen, oceanische, Untersuch. über d. Bildungsverhältnisse 298.
 Salpetersaures Ammoniak, enantiotr. 510.
 Salzseen i. d. Krim, chem. Zus. 174.
 Sapphir, Zwilling, Krystallf. 469.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Scheelit a. Brit.-Guayana 410.
 — a. d. Maderanerthal, Schweiz, Krystallf., Anal., Opt. 160.
 — v. Nordmarken, Vork., Habitus 198.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Schmelzpunkte u. Ausscheidungsfolge v. Mineralien 593.
 Schreibersit i. verschieden. Meteoreisen 644.
 Schwefel, Absorption d. Lichtes 623.
 —, enantiotr. 511.
 —, Krystallisation a. sein. Schmelzflusse, Beständigkeit einiger Modificationen 531.
 —, Untersuch. über Mikrostrukturen des erstarrten nebst Bemerkungen ü. Sublimation, Ueberschmelzung u. Uebersättigung des S. u. einiger anderer Körper 534.
 — a. Deutsch-Ostafrika 422.
 — a. d. Joplin-Distr. 81.
 — v. Kostainik, Serbien 413.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. d. südafrikan. Republik 423.
 Schwefelkies a. Schweden 414.
 Schwefelkupfer, enantiotr. 510.
 Schwefelquecksilber, enantiotr. 510.
 Schwefelsilber, enantiotr. 510.
 Schwerspath, Zwillingbild. 467.
 — a. d. Baltschiederthal, Wallis, Krystallf. 424.
 — a. d. böhm. Mittelgeb. 408.
 — v. Ebendorf b. Magdeburg, Vork. 419.
 — a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Långbanshyttan 196.
 — v. Nord-Queensland 95.

Schwerspath a. russ. Lagerstätten, Krystallf. 172.
 — a. Südwest-Schottland 93.
 — a. Tasmanien 418.
 Seifenstein v. Ventura County, Californien, Anal. 73.
 Seladonit a. Schottland 94.
 Selen, Absorption d. Lichtes 622.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Senarmontit v. Arnsberg, Westfalen, Vork., Habitus 319.
 — v. Kostainik, Serbien 413.
 Serpentin a. Bosnien, Umwandl. 649.
 — a. Bulgarien, Anal. 203.
 — v. Dregghorn, Ayrshire, Pseudom. n. Augit 88.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Schottland 94.
 — v. Süd-Ural, Anal. 654.
 Siderit s. Eisenspath.
 Silber, krystall. Structur einiger Klumpen 96.
 — a. Kärnten 655.
 — v. Kongsberg 196.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Sala, Art des Vorkommens 191.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Svenningdalen, Production 195.
 Silberamalgam v. Sala, Habitus, chem. Zusammens. 192.
 Silbererzgänge v. Svenningdalen 195.
 Silberglanz, enantiotr. 510.
 —, mikrochem. Untersuch. 657.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Silbernitrat, Bildung u. Umwandl. d. Mischkrystalle dess. m. Natriumnitrat 292.
 —, enantiotr. 510.
 Silicate, Bildungsfolge i. Eruptivgestein. 87.
 Simonyit v. Hallstadt, Vork. 637.
 Skapolith (Dipyrr) v. Alaska, Vork. 70.
 Skolezit, Einwirk. v. Chlorammonium 65.
 Skorodit v. Nord-Queensland 95.
 Smaragd v. Ural, Vork., Anal., Opt. 176.
 Smithsonit s. Zinkspath.
 Spatheisenstein s. Eisenspath.
 Spectralapparat, neue Spaltvorrichtung 284.
 Spectrallampen 297.
 Speiskobalt, Umwandlungsversuche 171.
 Sperryolith v. d. Rambler-Mine, Wyoming, neues Vork. 155.
 Sphärostilbit v. Storr, Insel Skye 87.
 Sphalerit s. Zinkblende.
 Sphen s. Titanit.
 Spinell, Anal. 309.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — v. Ceylon, Habitus 88.
 — v. Nord-Queensland 95.
 —, Chrom- v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — a. Schottland 94.
 — a. Schweden 414.
 Spodumen v. Trebitsch, Mähren, Anal. 204.

Stannit v. Nord-Queensland 95.
 Staurolith, Nachweis i. Graniten 266.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 Steatit, Anal. 73.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 Steinsalz, Absorption d. Lichtes 623.
 —, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 — a. Schottland 94.
 Stephanit v. Nord-Queensland 94.
 Stereogramme 94.
 Stereographisches Netz, Gebrauch desselb. 44, 20.
 Stiblich v. Kostainik, Serbien 413.
 Stibit v. Golden, Colorado 75.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Vork. 400.
 — v. Storr, Insel Skye 87.
 Stilpnomelan a. Süd-Russland, Vork. physik. Eigensch. 180.
 Strontianit a. d. Münsterlande, Vork., Anal., Krystallf., Opt. 522.
 — v. Pardubitz, Anal. 204, 640.
 Strontiumsulfid, physik. Eigensch. 320.
 Strophantidinhydrat 634.
 Structur, innere, der Krystalle 82.
 —, krystalline, der Metalle 83, 84.
 — u. Wachsthum der Krystalle 587.
 Sulfate u. Chloride d. Magnes. u. Kaliums b. gleichzeit. Sättigung an Chlornatrium b. 250 299.
 —, wasserfreie vom Typus $2M'SO_4.R_2'SO_4$, speciell die des regul. Syst. 90.
 Sulfide v. *Ca*, *Ba* u. *Sr*, physik. Eigensch. 320.
 o-Sulfobenzoësäure 149, 129.
 —, Chloride ders. 138.
 o-Sulfobenzoësaures Ammonium 423, 434.
 — Cäsium 420, 133.
 — Kalium 420, 132.
 Sulfoborit v. d. Asse, Vork., Krystallf. 456.
 Sulfoessigsäures Ammonium 424, 444.
 Sulvanit, neues Mineral 90.
 Svanbergit 166.
 Sylvin, Absorption d. Lichtes 623.
 —, anomale Dispersion i. ultraroth. Spectralgebiete 277.
 Synchysit v. Narsarsuk, Grönland 496.
 Syngenit, Bildung b. 250 299.

T.

Tabaschir, Untersuch. über d. Mikrostructur 536.
 Taenit i. verschiedenen. Meteoreisen 644.
 Tagilit, mikrochem. Untersuch. 657.
 Talk v. Mautern, Steiermark 346.
 — v. Nord-Carolina, Vork., Anal. 84.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 650.
 — a. Schottland 94.
 Tellur v. Hannan's Distr., West-Australien, Anal. 88.

Tetraäthylammoniumjodid 274.
 Tetraäthylammoniumplatinchlorid 360.
 Tetramethylammoniumjodid 273.
 Tetramethylammoniumplatinchlorid 360.
 Tetrapropylammoniumplatinchlorid 362.
 Tetrapropylammoniumjodid 274.
 Theodolithmethode, über d. Gang d. Rechnung in ders. 29.
 Thermochemische und thermodynamische Methoden, angewandt auf den Vorgang der Bildung v. Mischkrystallen 525.
 Thomsonit a. d. böhm. Mittelgebirge 306.
 — v. Golden, Colorado, Vork., Habitus, Anal. 74.
 Thuringit a. d. Kaukasus, Vork., physik. Eigensch. 180.
 Titanseisenerz a. Deutsch-Ostafrika 422.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — aus Norwegen, Untersuchung. über d. Ausscheid. ders. in basisch. Eruptivgesteinen 443.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 Titanit a. d. böhm. Mittelgebirge, Vork. 306.
 — a. d. Floitenthale, Tirol, neues Vork., Krystallf. 343.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paríngu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — a. Schottland 94.
 p-Tolylaldehyd, Condensationsprod. aus dems. u. Benzidin 280.
 Topas v. Nord-Queensland 95.
 Torbernit v. Nord-Queensland 95.
 Tremolit a. Deutsch-Ostafrika 422.
 — v. Nord-Carolina, Vork. 84.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Rumänien, Anal. 204.
 — a. Schottland 94.
 Triäthylaminplatinchlorid 350.
 Trichlormethylmetoxyphenylcarbinoleessigäther 479.
 Tridymit, Zwillingsbild. 482.
 — a. Schottland 94.
 Trimethylaminiridiumchlorid 346.
 Trimethylaminplatinbromid u. -chlorid 346.
 Trimethylaminzinnchlorid 346.
 Tripropylaminplatinchlorid 355.
 Triplit v. Cyrrillhof, Mähren, Anal. 643.
 — v. Skruppetorp, Linköping, Vork. 492.
 — v. Wien, Mähren, Vork., chem. Zusammens., Anal. 644, 642.
 Troilit i. Meteoreisen 644, 646.
 Turmalin, krystallograph. Constant. u. ihre Abhängigkeit v. sein. chem. Zusammens. 538.
 —, Mischungsgesetz ders. 344.
 — v. Ash, Kent 89.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 408.
 — v. Ceylon, Vork. 88.
 — a. Deutsch-Ostafrika 422.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Skruppetorp, Linköping, Vork. 492.

- Turmalin v. Sondalo i. Veltlin 404.
 — v. South Brent, Devonshire, Krystallf. 548.
 — a. Tasmanien 449.
 — v. Wien, Mähren, Habitus 642.

U.

- Umkristallisirung in festen Metallen durch Druck 90.
 Umwandlungs- u. Erstarrungserscheinungen i. optisch. Antipoden 649.
 Umwandlungspunkt monotrop-dimorpher Körper, Methode zur Ermittlung dess. 293.
 Uranmineral ähnlich d. Voglit, Anal. 475.

V.

- Valentinit v. Arnsberg, Westf., Vork. 349.
 — v. Kostainik, Serbien 443.
 Vanadinit a. Arizona, Verh. b. Temperaturerhöhung 427.
 Vanadinmineralien a. Colorado, Vork. 67.
 Vesuvian v. Paringu-Massiv, Süd-Karpath., Anal. 649.
 — a. Schottland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 Vicinale Flächen u. d. Rationalitätsgesetz 444.
 Vivianit a. d. Joplin-Distr. 84.
 — i. niederländisch. Diluvium 638.
 — v. Nord-Queensland 95.
 Volumen- u. Energiefläche eines Krystalles u. seiner Schmelze, Lage ders. 544.
 Vorrichtung zur Herstell. genau orientirter Krystallplättchen 22.

W.

- Wachsthum, Cohäsion u. Capillarität der Krystalle, Beziehungen 558.
 Wärmeleitung, Methode um d. Veränderlichkeit ders. v. Krystallen in verschied. Richtungen zu zeigen 468.
 Wavellit a. d. Joplin-Distr. 84.
 Weissbleierz a. d. Joplin-Distr. 80.
 — v. Mies, Krystallf. 203.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — a. d. südl. Ural, Krystallf. 472.
 — v. Tarkaicza, Comit. Bihar, Vork., Krystallf. 252.
 — a. Tasmanien 449.
 — a. Westfalen, Krystallf., opt. Eigensch. 430.
 Wellenflächen, geometr. Eigenschaft. 462.
 Whewellit v. Brück, Vork., Habitus 342.
 Willemitt v. Nord-Queensland 95.
 Winkelprojectionen 388.
 Wismuth, Isomorphie zwisch. Salzen dess. u. von einigen d. selten. Erdmetalle 492.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Wismuthglanz a. Tasmanien 448.

- Wismuthnitrat, Isomorphie m. d. Nitraten v. Didym, Lanthan u. Yttrium 492.
 Wismuthsulfat, Isomorphie m. d. Sulfaten v. Didym, Lanthan u. Yttrium 493.
 Wolframit v. Nord-Queensland 95.
 Wollastonit v. Ceylon, Vork., Anal. 88.
 — a. Schottland 94.
 Wulfenit, Verhalt. b. Temperaturerhöhung 427.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Wurtzit a. d. Joplin-Distr. 84.

X.

- Xenotim s. Hussakit.

Y.

- Yttriumnitrat u. Wismuthnitrat, Isomorphie 493.
 Yttriumsulfat u. Wismuthsulfat, Isomorphie 493.

Z.

- Zeagonit, Zersetzungsprod. d. Nephelins, chem. Zus., Anal. 428.
 Zeolithe, über d. sogen. Krystallwasser sowie über d. Wassergehalt ders. 493.
 — v. Nord-Queensland 95.
 — a. Schottland 94.
 Zink, krystalline Structur 85.
 —, Krystallisation durch d. elektr. Ueberführung i. destillirt. Wasser 284.
 Zink-Kalium-Sulfat 94.
 Zinkblende, Umwandlungsversuche 474.
 —, Zwillingsbildung 546.
 — a. d. Baltschiederthale, Wallis 424.
 — a. d. böhm. Mittelgebirge 306.
 — v. Galena, Kansas, eigenthümlicher Habitus u. neue Form 64.
 — a. d. Joplin-Distr. 84.
 — a. Kärnthen 653.
 — v. Nord-Queensland 94.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — v. Svenningdalen 495.
 — a. Tasmanien 448.
 Zinkit a. den Olkuschsk'schen Gruben in Polen, Anal. 476.
 Zinkspath a. d. Joplin-Distr. 80.
 Zinksulfat-Kupfersulfat, Löslichkeit der Mischkrystalle 296.
 Zinn, enantiotr. 544.
 —, krystalline Structur 85.
 —, Umwandlung durch Druck 90.
 Zinnerz v. Nord-Queensland 95.
 — v. Schwarzenberg, Erzgeb. 660.
 — a. Tasmanien 449.
 Zinnober, enantiotr. 540.
 — v. Nord-Queensland 94.
 Zirkon, Absorption d. Lichtes 622.
 —, Unterscheidung v. Hussakit 238.
 — v. Ash, Kent 89.
 — v. Beverley, Mess., Krystallf. 314.

Zirkon a. d. böhm. Mittelgeb., Habitus 408.
 — v. Ceylon, Krystallf. 88.
 — v. Essex 89.
 — v. Hinterhermsdorf, Sachsen, Habitus 409.
 — a. d. Ilmenbergen, Krystallf. 478.
 — v. Kyschtim a. Ural, Vork., Krystallf. 479.

Zirkon v. Nord-Queensland 95.
 — v. Paringu-Massiv, Süd-Karpathen 649.
 — v. Sondalo i. Veltlin, Vork., Krystallf. 99.
 Zwillingbildung 234.
 — v. Krystallmassen u. v. Molekülen 466.
 Zoisit a. Kärnthen 655.
 — a. Schottland 94.

Berichtigungen und Zusätze.

Zu Band 34.

Seite 470 Zeile 7 v. o. lies: » $PdCl_3$ « statt » PdH_3 «.

Auf Tafel VI soll die Fläche (040) vom Mittelpunkte aus 270 nicht nach rechts, sondern nach links, d. i. in der Nähe des Punktes n_g resp. n'_g liegen, von denen sie nur 20 resp. 40 absteht (vergl. Centralbl. f. Min., Geol. u. s. w. 4902, 396 f.).

Zu Seite 383, betreffend die **Symmetrie des krystallisirten Magnesiums**, theilt Herr C. Hlawatsch Folgendes mit: Verf. hatte in einer früheren Notiz (diese Zeitschr. 32, 497) aus Aetzversuchen an krystallisirtem Magnesium auf die Zugehörigkeit desselben zur dihexagonal-bipyramidalen Klasse geschlossen. Herr Prof. Baumhauer bestätigte diese Angabe durch Beobachtungen der Aetzfiguren auf der Basis. An genannter Stelle bezweifelt Herr Viola die Richtigkeit dieses Schlusses und sagt: »wenn wirklich die horizontale Symmetrieebene vorhanden sein ... sollte, ... so sollten die Aetzfiguren auf den Pyramidenflächen ebenso disymmetrisch sein, wie auf den Prismenflächen«.

Verf. dieser Notiz glaubt, diese Bemerkung Herrn Viola's auf ein Missverständniss zurückführen zu müssen, welches durch die in seiner Notiz enthaltene Zeichnung verursacht wurde. Bei derselben sind nämlich auf der unteren Hälfte des Krystalles keine Aetzfiguren gezeichnet. Dies hat darin seinen Grund, dass bei derjenigen Methode, die zu deutlichen Aetzfiguren führte (Ueberleiten gasförmigen Chlors), solche nur äusserst spärlich, aber dafür ziemlich gross aufraten. Aus den übrigen Beobachtungen ergab sich aber durchaus kein Grund für die Annahme einer Polarität der Hauptaxe. Dieses vom Autor verschuldete Missverständniss führte aber zu weiteren Konsequenzen Herrn Viola's, der in einer neueren Arbeit »Beitrag zur Lehre von der Spaltbarkeit der Krystalle« (Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 4902, 1, 20) sagt: »Allein ich habe Gründe angegeben, weshalb die von Hlawatsch bestimmte Symmetrie des Magnesiums nicht als richtig angesehen werden kann.« Verf. ist wohl weit davon entfernt, zu behaupten, dass durch seine Beobachtungen jede Möglichkeit ausgeschlossen sei, dass einmal eine niederere Symmetrie am metallischen Magnesium nachgewiesen werden kann, möchte aber doch auf obiges Missverständniss hinweisen, wonach seine Beobachtungen sehr wohl mit der Holoëdrie in Einklang stehen.

Seite 563 Zeile 7 v. u. lies: »obercretacisch« statt »untercretacisch«.

- 585 - 5 v. u. - » UVW « statt » $UVWZ$ «.

Zu Band 35.

Seite 634 Zeile 23 v. o. lies: »Bordères« statt »Bordère«.

- 634 - 13 v. u. - »Pic d'Arbizon, Barèges« statt »Pic d'Arbizon-Barèges«.

- 636 - 6 v. o. - »obiger Beziehung« statt »Bezeichnung«.

Zu Band 36.

Seite 475 Zeile 6 und 7 v. o. beziehen sich die Zahlen für Na_2SO_4 und $NaCl$ nicht auf 100 der gesättigten Lösung, sondern auf 100 Wasser, d. h. 44,32 Th. bei 47,90 gesättigter Lösung enthalten 44,10 Na_2SO_4 , 33,22 $NaCl$ und 400 Th. Wasser (Mittheilung von Herrn W. Meyerhoffer in Berlin).

Mittheilung der Redaction.

Bezugnehmend auf das 1887 erschienene Circular an die Leser und Mitarbeiter der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie (von welchem noch einzelne Exemplare auf Wunsch zur Verfügung stehen) bittet Unterzeichneter, bei den zur Publication bestimmten Zusendungen das Folgende zu beachten.

Die in deutscher Sprache eingehenden Manuscripte gelangen thunlichst in der Reihenfolge des Einlaufs zum Druck. Von englischen oder französischen Manuscripten kann auf Wunsch des Autors durch die Redaction eine Uebersetzung besorgt werden, doch bedingt dies natürlich eine Verzögerung der Publication. Keine Aufnahme finden Abhandlungen, welche anderswo in deutscher Sprache erschienen sind oder erscheinen werden, sowie solche, welche den Charakter von »vorläufigen Mittheilungen« besitzen.

Das zu den Manuscripten benutzte Papier ist nur einseitig zu beschreiben.

Die Manuscripte sind gut leserlich zu schreiben und auf die Anordnung von Tabellen, Formeln u. dergl. die grösstmögliche Sorgfalt zu verwenden (die erheblichen Correcturkosten, welche Aenderungen im Arrangement solcher Theile des Satzes erfordern, fallen, wenn sie durch Undeutlichkeit des Manuscriptes verursacht werden, ebenso wie diejenigen grösserer nachträglicher Einschaltungen, dem Autor zur Last). Als Symbole der Krystallformen dienen die Miller'schen mit der Reihenfolge der Axen nach Weiss. Die anzugebenden Winkel sind die der Normalen der Flächen. Citate sind immer möglichst vollständig zu geben, d. h. ausser dem Titel des betr. Journals Jahr- und Bandzahl, sowie die Seitenzahl, z. B. »Bull. soc. franç. d. min. Paris 1897, 20, 172«. Bei Arbeiten, welche seit dem Bestehen der »Zeitschrift« erschienen sind, ist stets das Citat des Referates, z. B. »Ref. diese Zeitschr. 31, 73« hinzuzufügen (in den Auszügen dürfte das letztere Citat überhaupt genügen).

Alle Figuren sind auf besonderen Blättern beizulegen und zwar jede Figur auf einem eigenen Blatte. Die Zeichnungen sind mit feinem Bleistift auf glattem Papier auszuführen und sollen auch die benutzten Hilfslinien enthalten, da diese dem Lithographen die Controle der Richtigkeit der Ausführung und der Orientirung der Copie wesentlich erleichtern. Undeutliche Stellen der Zeichnung sind durch beigegebene Skizzen in grösserem Maassstabe zu erklären. Figuren, welche in photographischer Reproduction zur Herstellung von Textelichés benutzt werden sollen, können (mit Ausnahme der Buchstaben, welche jedenfalls nur mit Bleistift einzutragen sind) mit

tiefschwarzer Tusche ausgezogen werden, doch ist darauf zu achten, dass die Randlinien der Krystallformen um ca. $\frac{1}{3}$ feiner und die punktirten hinteren Kanten noch schwächer gehalten werden. Sind die Figuren in grösserem Maassstabe ausgeführt, so müssen behufs der photographischen Verkleinerung natürlich alle Linien im Verhältniss stärker sein. »Auszüge« können Figuren nur ausnahmsweise beigegeben werden.

Die Autoren erhalten von ihren Originalmittheilungen 50 Separatabzüge gratis, eine grössere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, die Anzahl der gewünschten Separatabzüge auf der ersten Seite des Manuscriptes zu vermerken und etwaige spätere Wünsche oder Reclamationen wegen deren Zusendung an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig, Mittelstr. 2, zu richten.

Die Correcturen sind spätestens innerhalb drei bis vier Tagen nach Empfang von dem Autor zu erledigen und (ohne Manuscript) an den Unterzeichneten zurückzusenden.

Die zum Referat an die Redaction eingesandten Separatabzüge aus anderen Zeitschriften enthalten zuweilen keine Angaben, aus dem der Ort des Erscheinens ersichtlich ist. Behufs genauer Citirung derselben in dem betreffenden Auszuge wird gebeten, den Titel, Jahrgang, Band- und Seitenzahl der Zeitschrift, in welcher sie veröffentlicht sind, auf denselben anzugeben. Arbeiten, aus denen Tabellen u. dergl. im Auszuge wiederzugeben wären, sind womöglich in zwei Exemplaren einzusenden.

München, 6. Brieffach.

Prof. P. Groth.



Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Fig. 1.

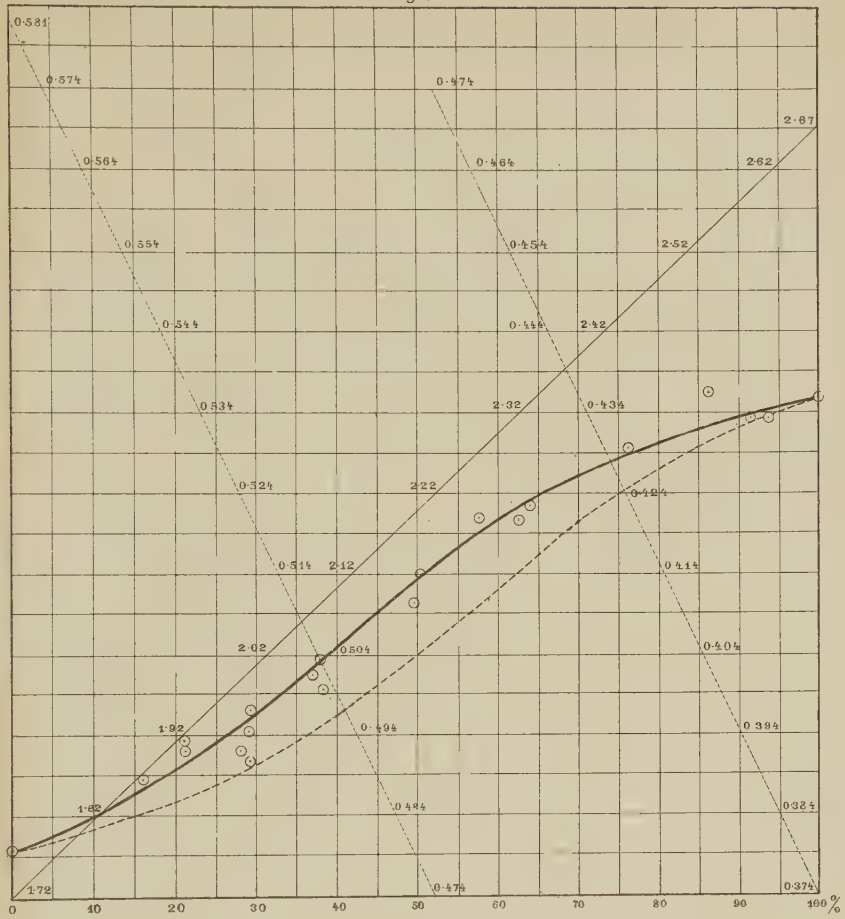
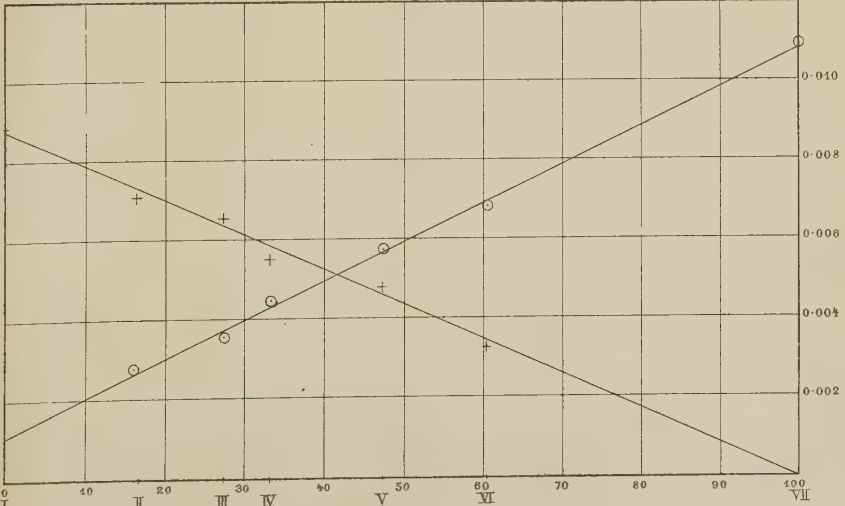
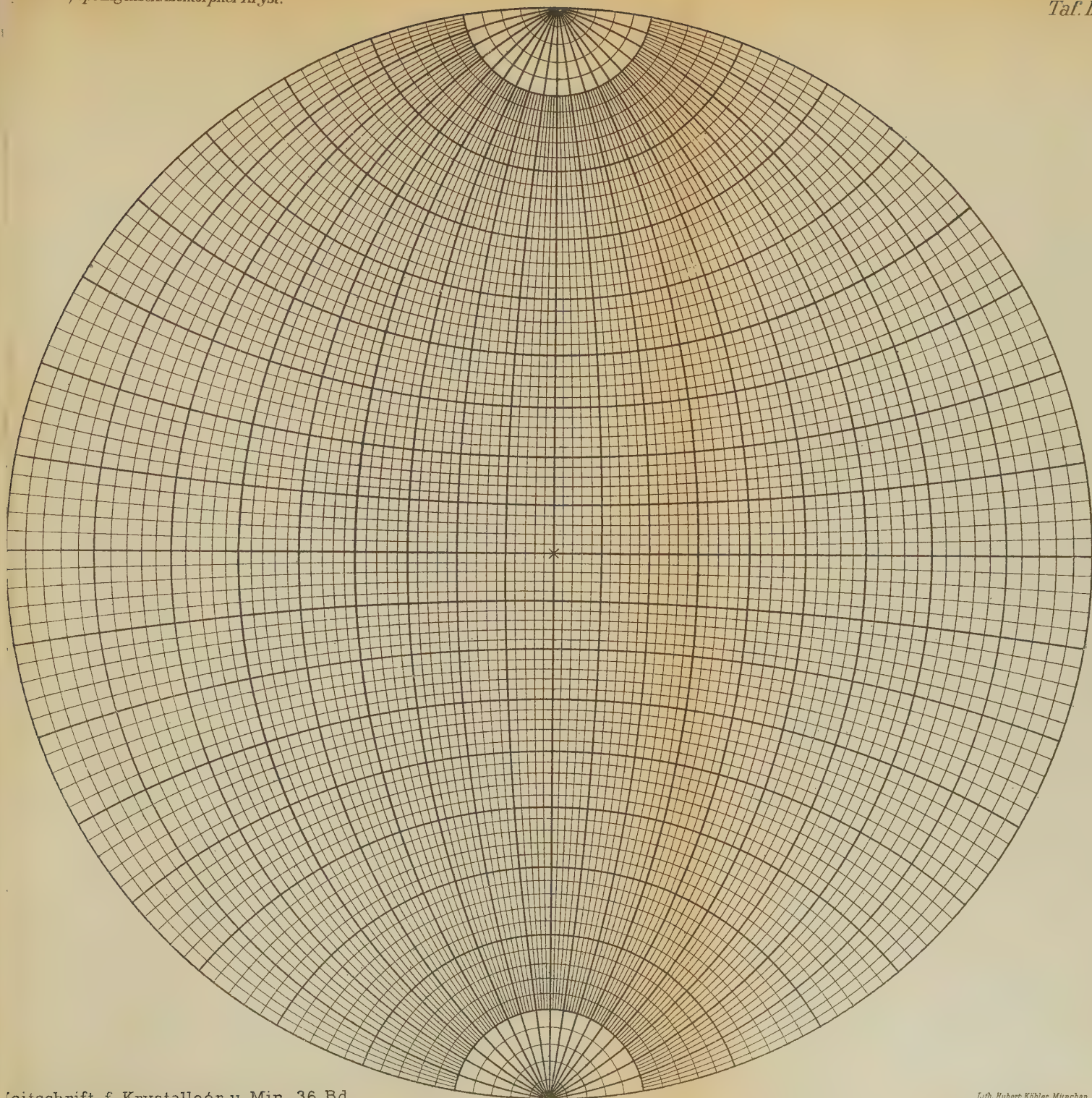


Fig. 2.



Aut. del.

Lith. Robert Köhler München





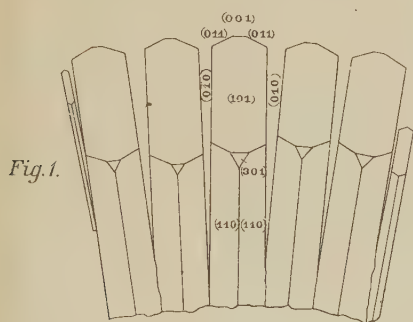


Fig. 1.

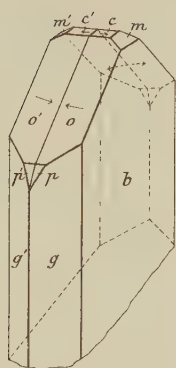


Fig. 2.

—, Bestimmung d. opt. Const. a. e. belieb. Schnitte.

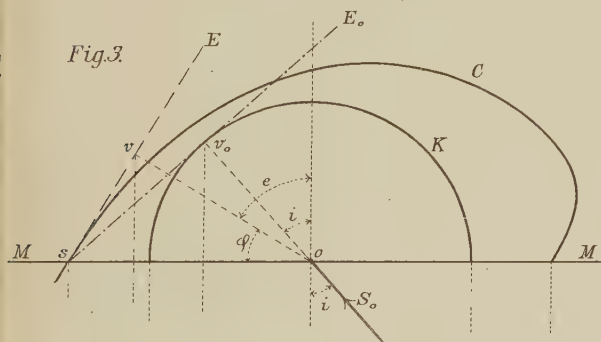


Fig. 3.

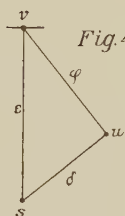


Fig. 4.

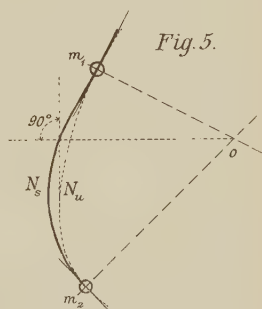


Fig. 5.

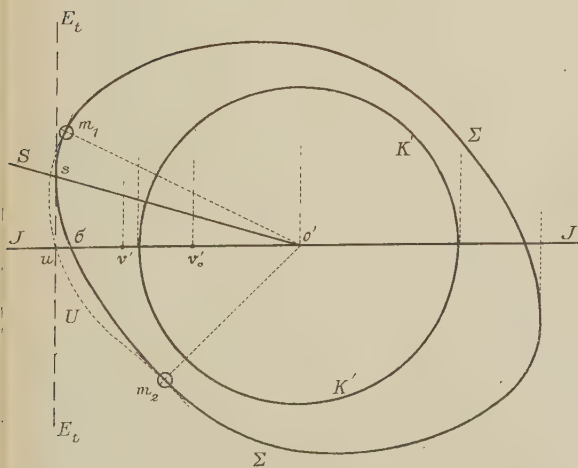


Fig. 6.

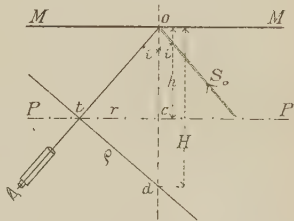


Fig. 1.

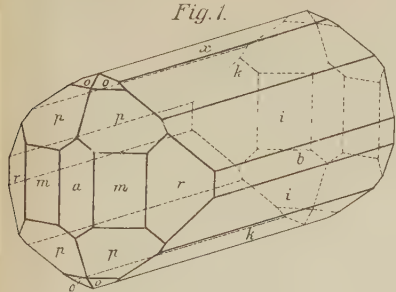


Fig. 2.

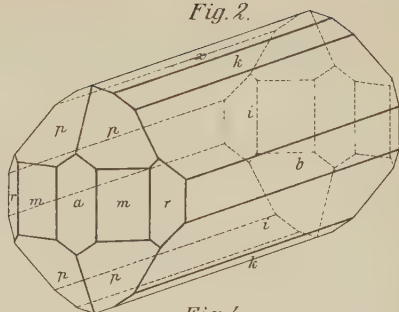


Fig. 3.

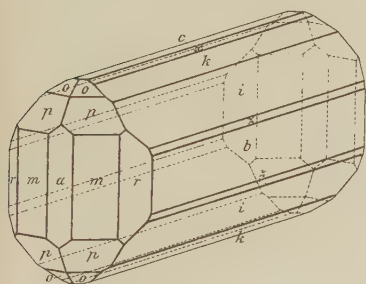


Fig. 4.

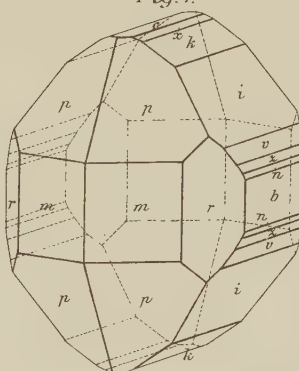


Fig. 5.

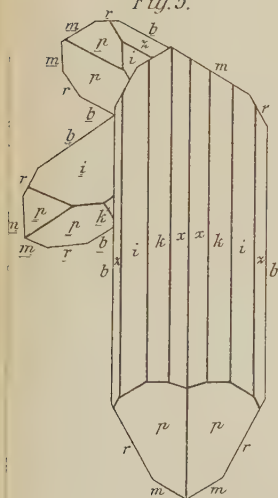


Fig. 6.

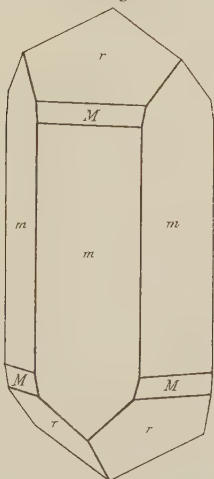


Fig. 7.

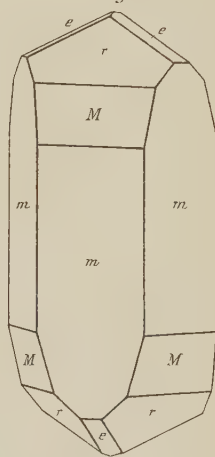


Fig. 8.

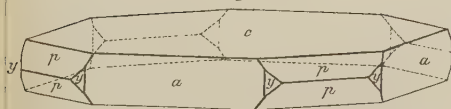
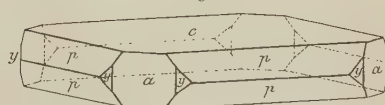
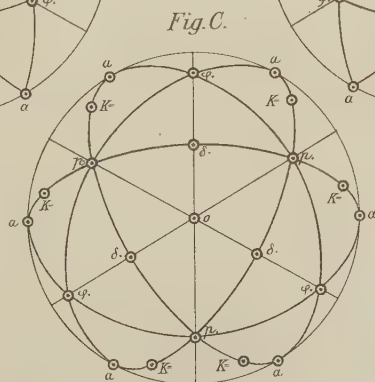
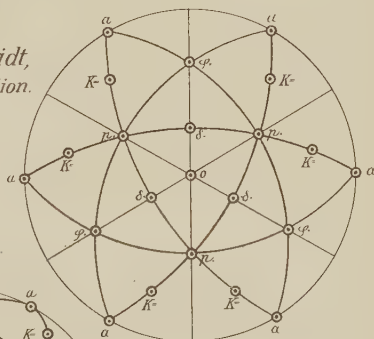
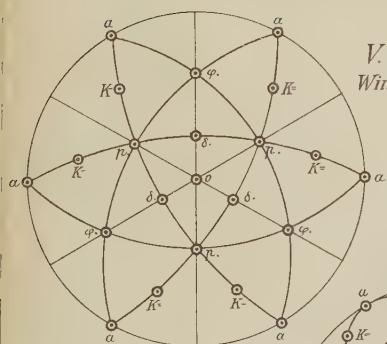
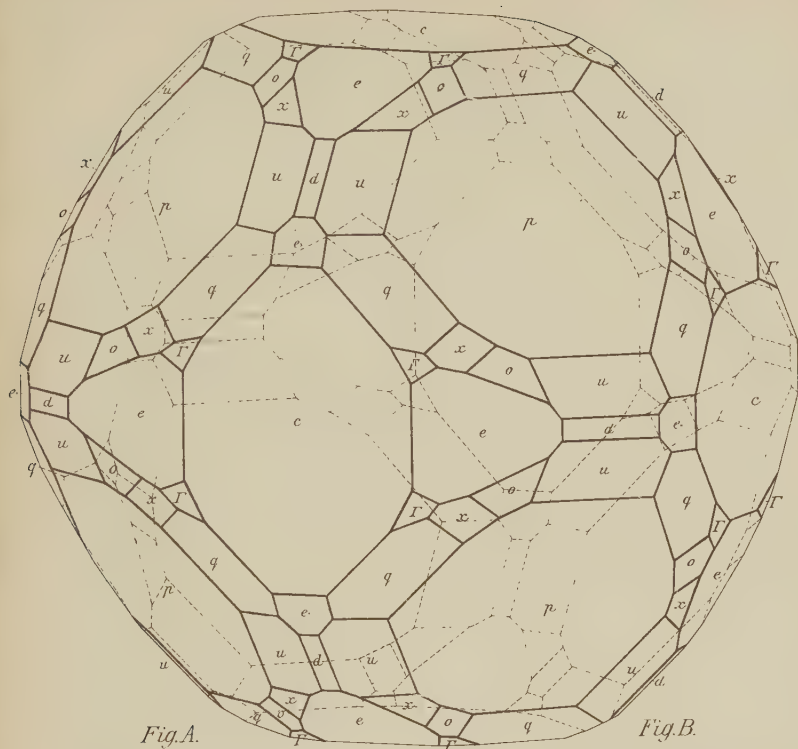
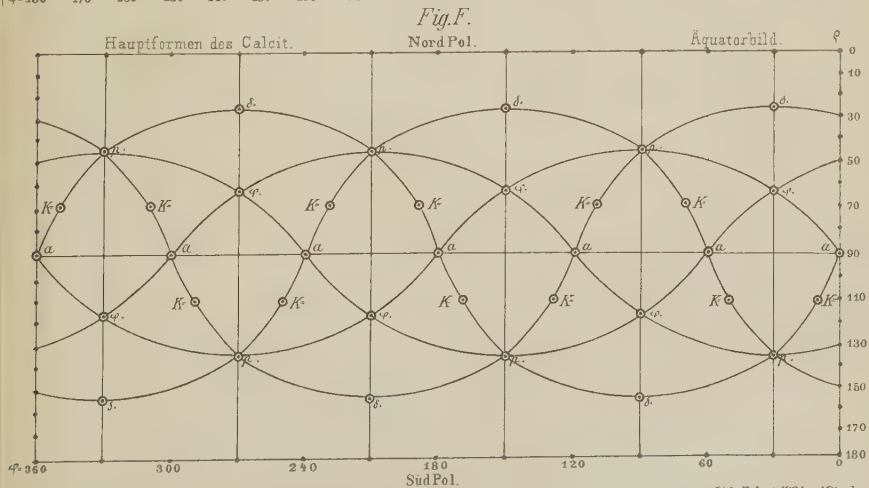
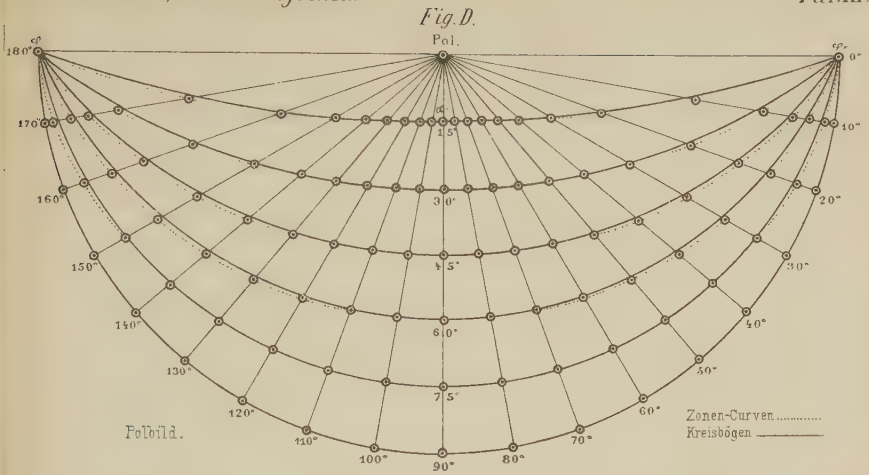


Fig. 9.







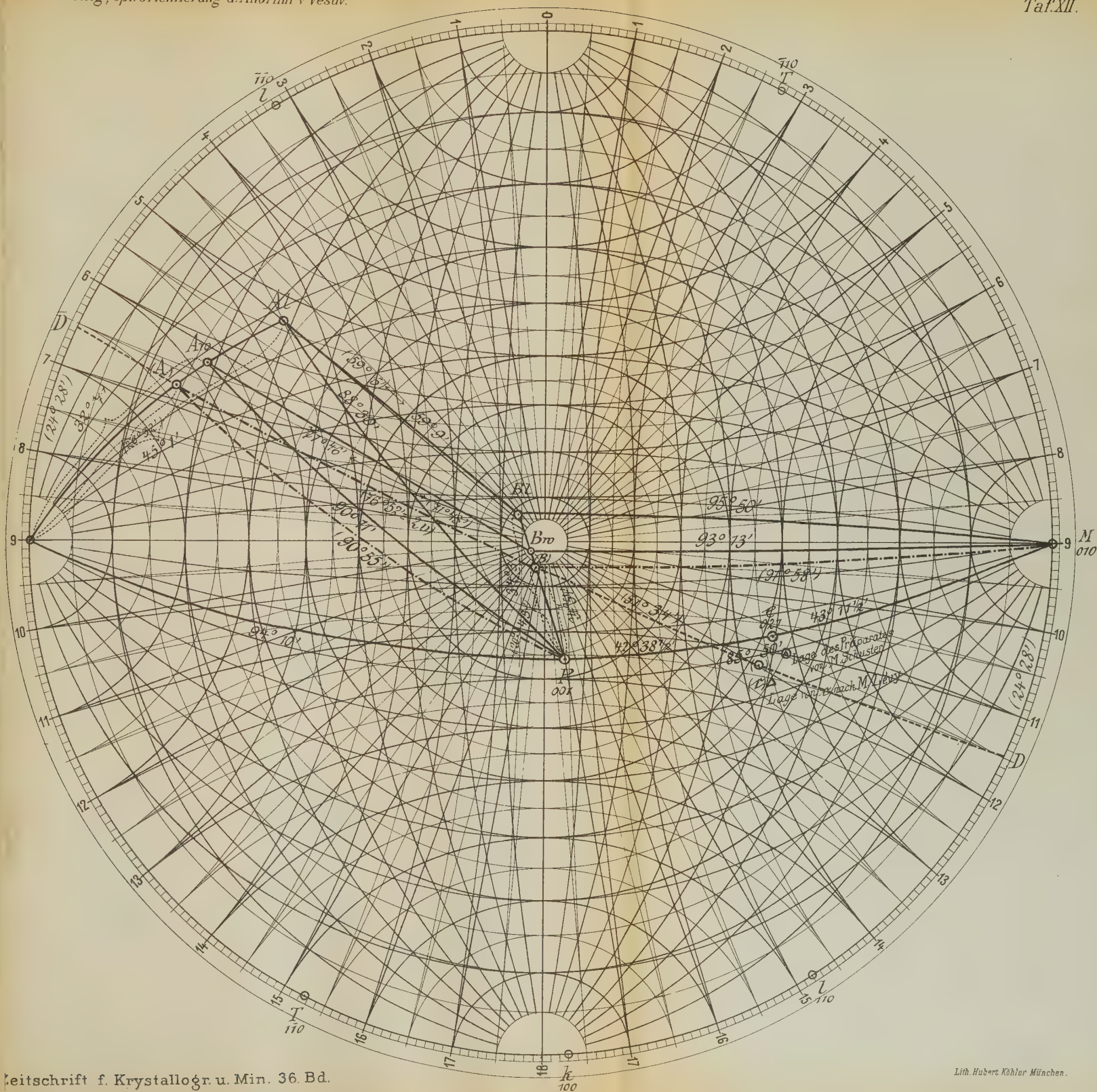


Fig. 1.

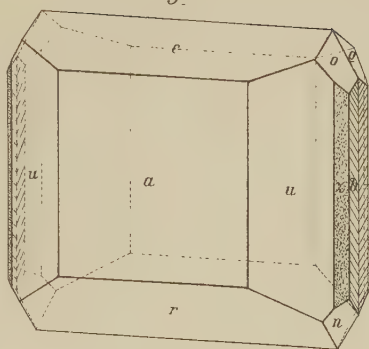


Fig. 6.

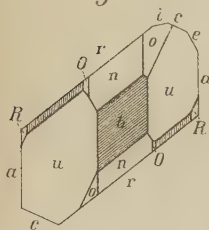


Fig. 7.

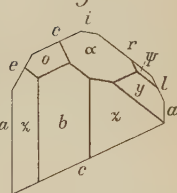


Fig. 2.

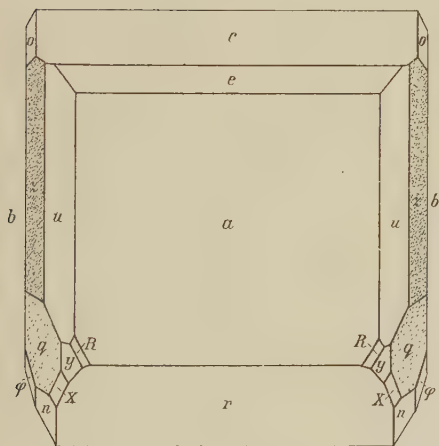


Fig. 2 a.

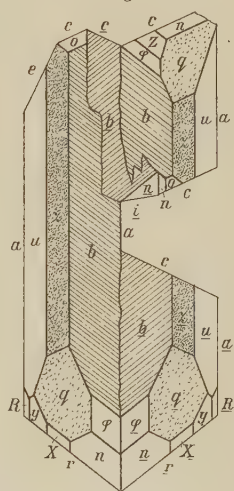


Fig. 3.

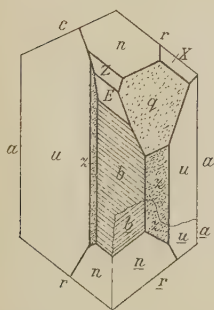


Fig. 4.

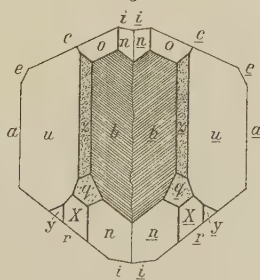


Fig. 5.

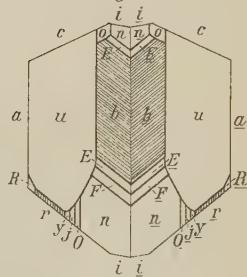


Fig. 1.

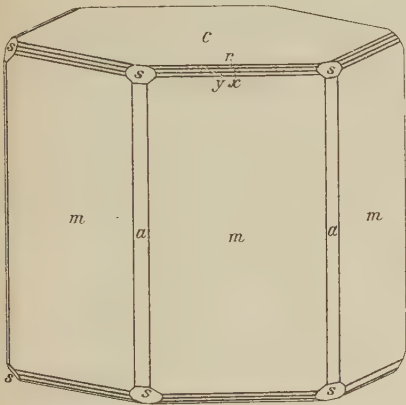


Fig. 2.

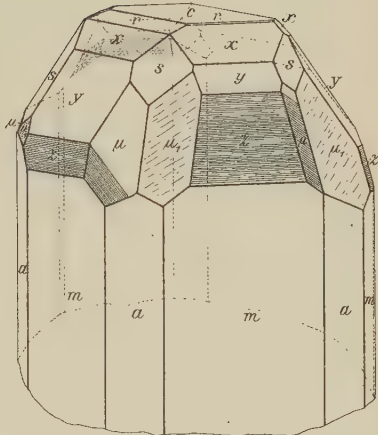
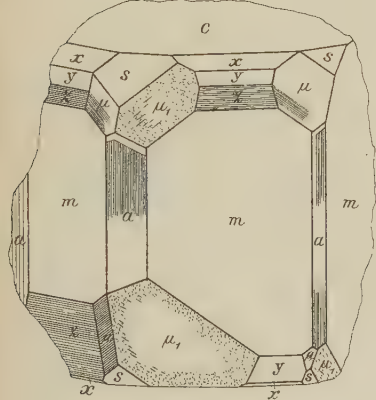
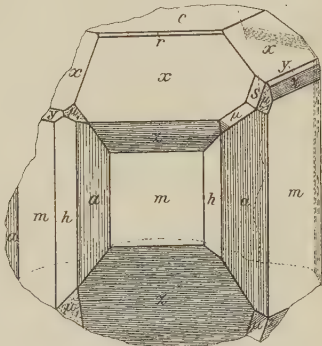


Fig. 3.



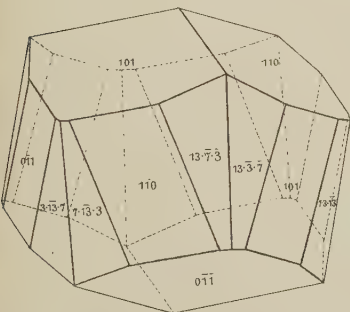
Ch. Palache del.

Fig. 4.



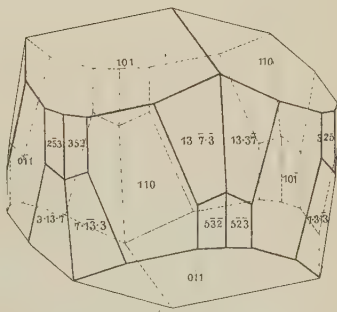
A. Sechs, Kalkspath v. Tharandt in Sachsen.

Fig. 5.



A. Sechs del.

Fig. 6.



Lith. Hubert Köhler, München

Baryt.

Fig.1.

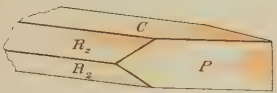


Fig.2.

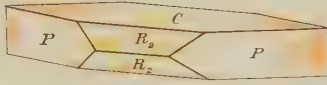


Fig.3.

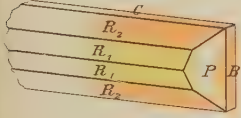


Fig.4.

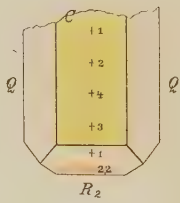
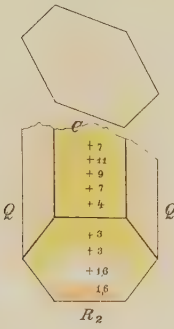
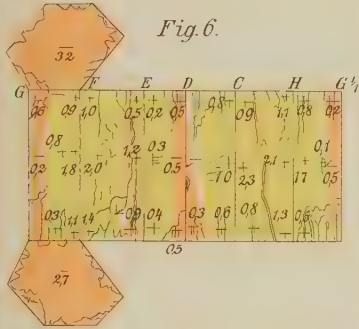


Fig.6.



Aragonit.

Fig.5.

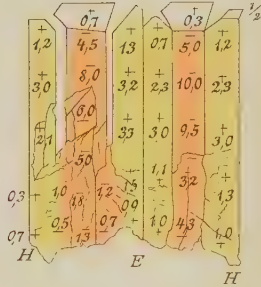


Fig.7.

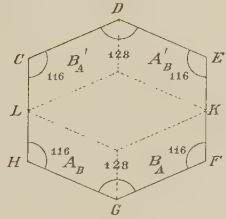


Fig.8.

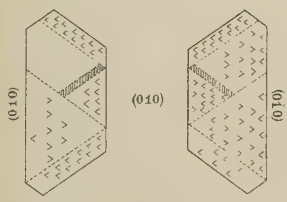
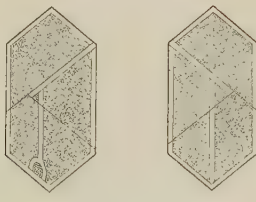


Fig.9.



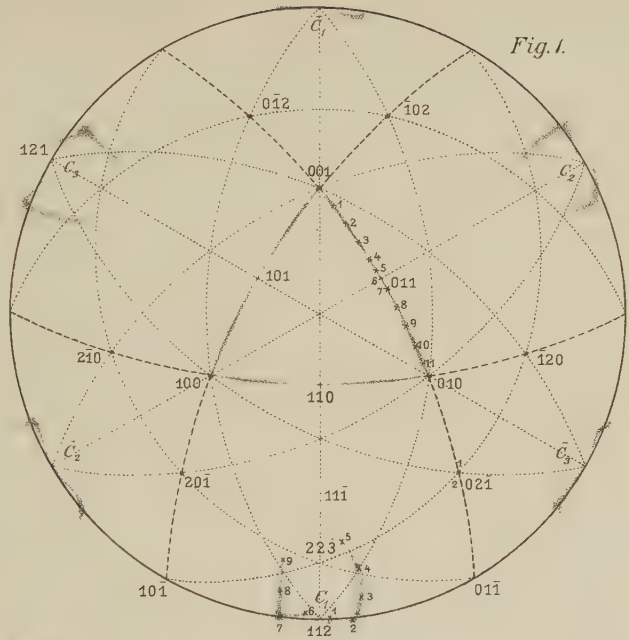


Fig. 1.

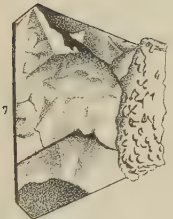
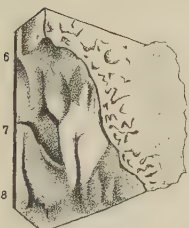
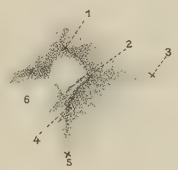
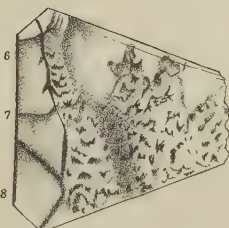


Fig. 2.

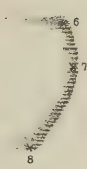
A



B

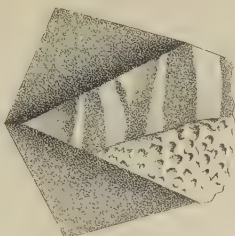


C



Lith. Hubert Köhler München.

Fig. 3 a.

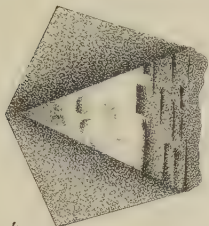


D



Fig. 3 b.

Fig. 3 c.



E



Fig. 3 d.

Fig. 4.

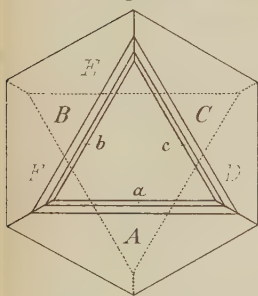


Fig. 5.

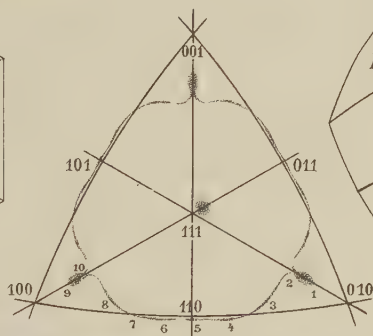


Fig. 6.

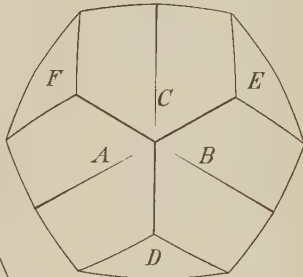


Fig. 7 a.

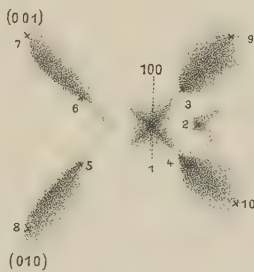
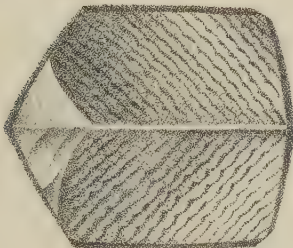


Fig. 7 b.

Fig. 8 a.

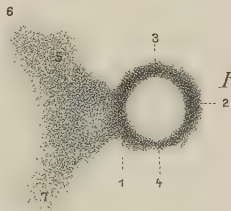
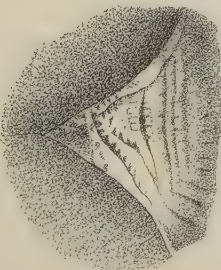


Fig. 8 b.

Fig. 1.

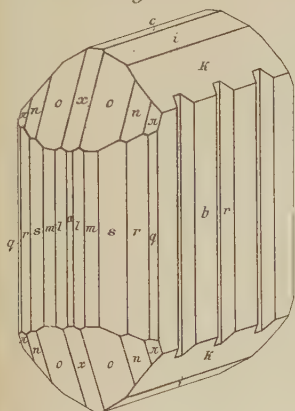


Fig. 2.

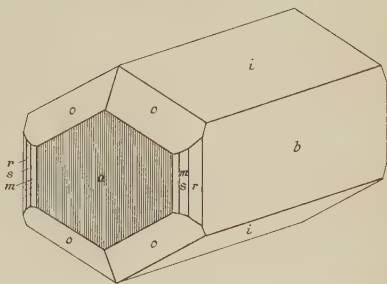


Fig. 3.

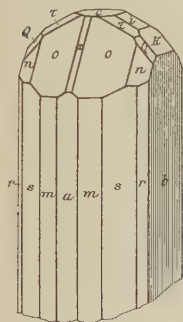


Fig. 5.

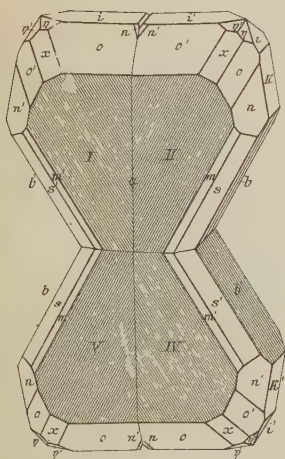


Fig. 4.

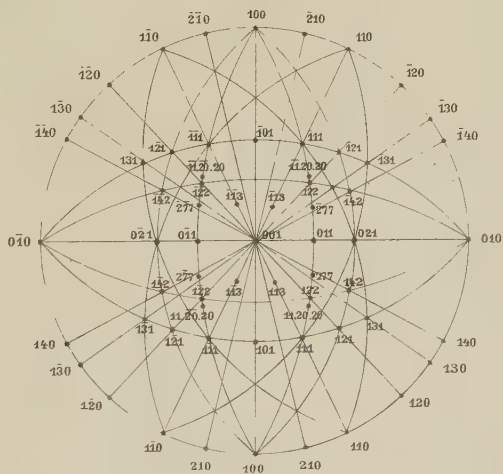
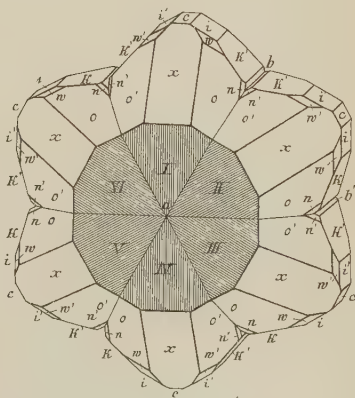
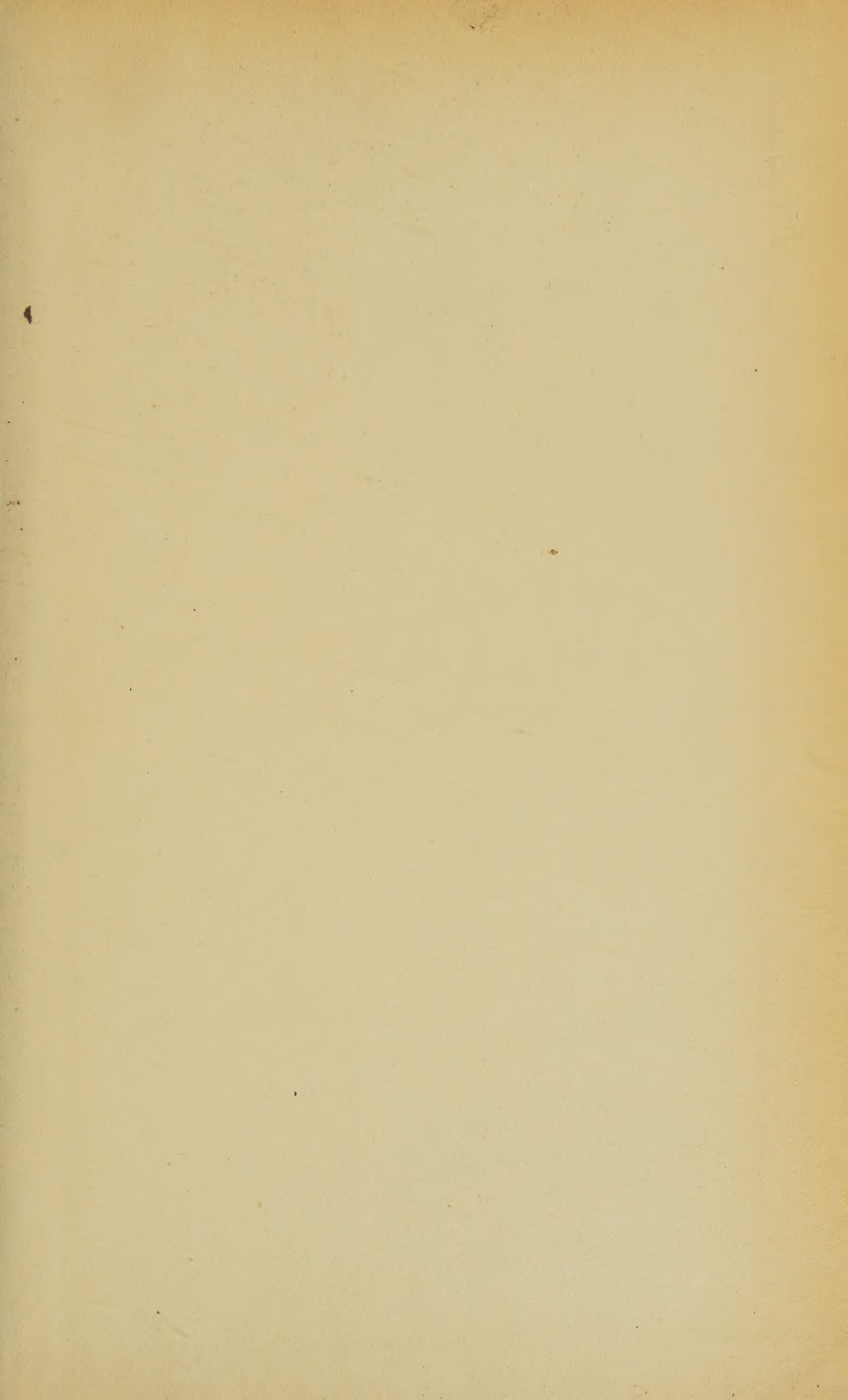
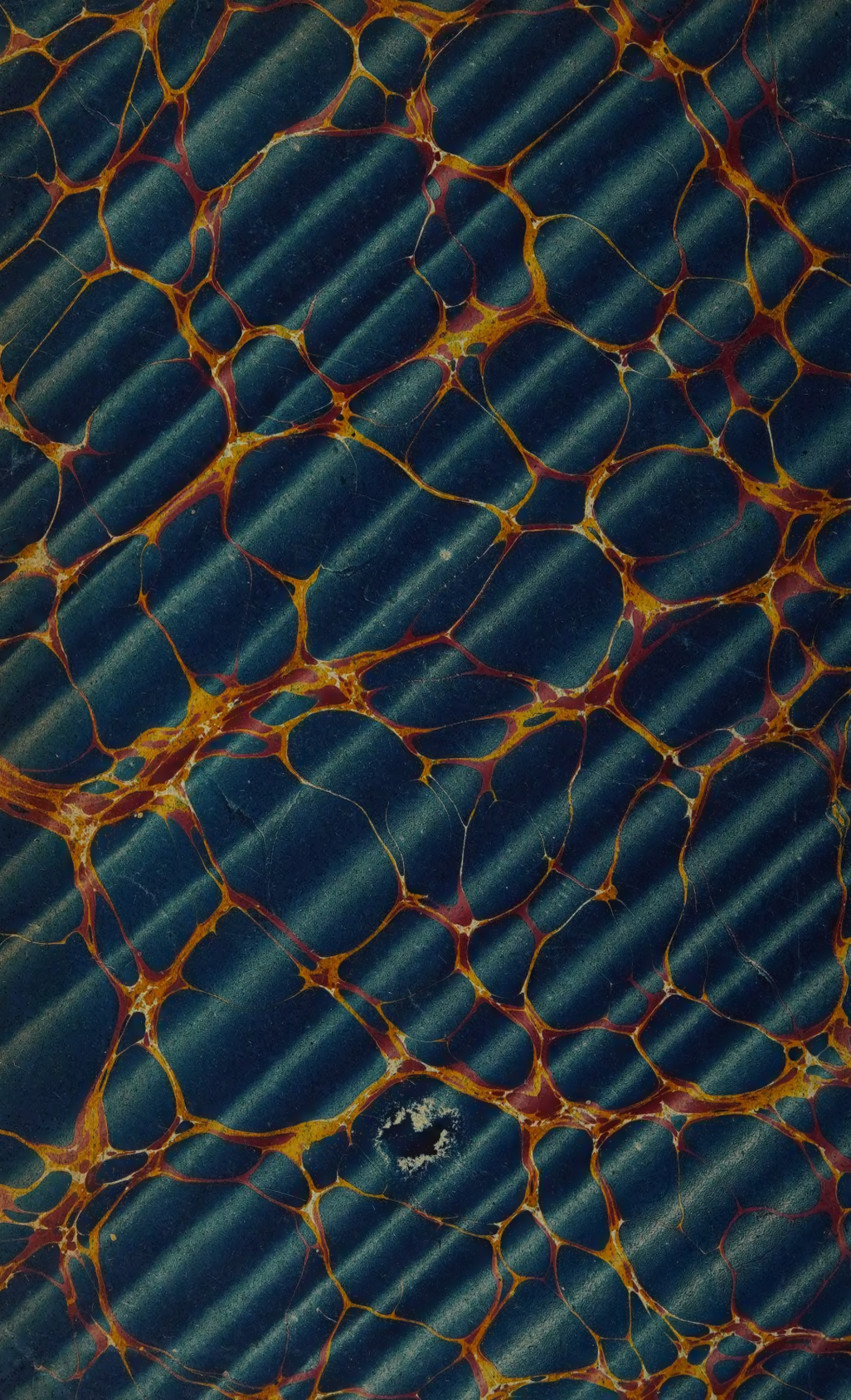


Fig. 6.



4





THE UNIVERSITY OF ILLINOIS AT CHICAGO



3 8198 318 821 889

